



LAPORAN AKHIR PKM-KC

PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

“SMART EDIBLE PACKAGING”

**MULTI DETEKTOR PENDETEKSI TINGKAT KESEGARAN MUTU PADA
INDUSTRI EKSPOR *TUNA LOIN* BERBAHAN DASAR PIGMEN ALAMI**

Disusun oleh:

Multazimul Haq	(C34110083/2011)
Mely Shara Bangun	(C34110003/2011)
Ulfa Tri Astuti	(C34110077/2011)
Rika Damayanti	(C34120013/2012)

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2014

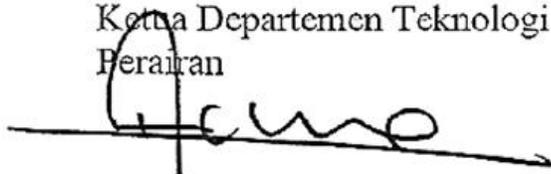
PENGESAHAN PKM-KARSA CIPTA

1. Judul Kegiatan : *"SMART EDIBLE PACKAGING"* MULTI DETEKTOR PENDETEKSI TINGKAT KESEGERAN MUTU PADA INDUSTRI EKSPOR *TUNA LOIN* BERBAHAN DASAR PIGMEN ALAMI
2. Bidang Kegiatan : PKM-KC
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Multazimul Haq
 - b. NIM : C34110083
 - c. Jurusan : Teknologi Hasil Perairan
 - d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat rumah dan No.Hp: Taman dermaga premai 2 blok B2-39,cibanteng, dramaga, Bogor dan 085710349379
 - f. Alamat email : multazimulhaq@gmail.com
4. Anggota pelaksana kegiatan : 3 orang
5. Dosen pendamping
 - a. Nama lengkap dan gelar : Dr. Tati Nurhayati, S.Pi.,Msi.
 - b. NIDN : 0007087004
 - c. Alamat rumah dan No.Hp: Griya Melati Blok B2 No.6 Bubulak Bogor/ 08128867348
6. Biaya Kegiatan Total
 - a. DIKTI : Rp 10.080.000
 - b. Sumber lain : -
7. Jangka waktu pelaksanaan : 5 Bulan

Bogor, 21 April 2014

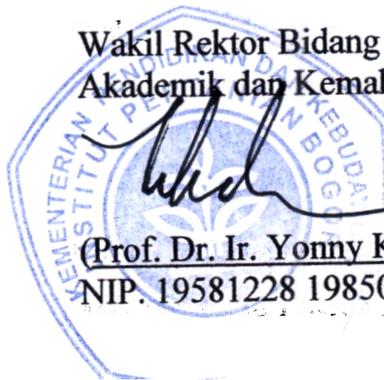
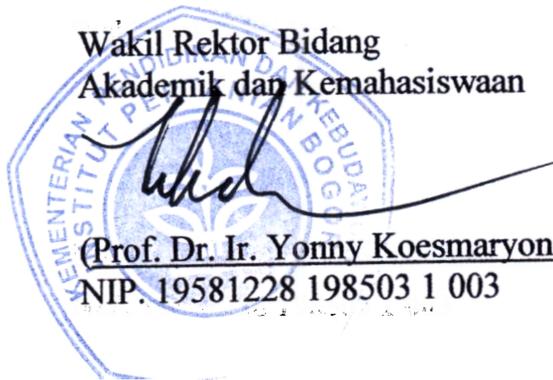
Menyetujui

Ketua Departemen Teknologi Hasil
Perairan



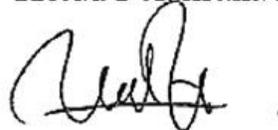
(Dr. Ir. Joko Santoso, M.Si)
NIP. 19670922199203 1 003

Wakil Rektor Bidang
Akademik dan Kemahasiswaan



(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP. 19581228 198503 1 003

Ketua Pelaksana Kegiatan



(Multazimul Haq)
NIM. C34110083

Dosen Pendamping



(Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., Msi.)
NIP. 197008098603 2 002

ABSTRAK

Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang bersifat mudah rusak ataupun *high perishable food* sehingga sering diberi bahan pengawet berbahaya seperti formalin. Mutu ikan sangat penting karena merupakan sesuatu yang bersifat mutlak untuk pemanfaatan ikan baik sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan baku industri. Mutu ikan dapat diketahui dengan mudah oleh masyarakat awam dengan menggunakan edible film dengan indikator pewarna alami yang dapat mendeteksi mutu ikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan edible film untuk mendeteksi kesegaran mutu ikan dan ada tidaknya formalin. Untuk memenuhi fungsi edible film bioindikator pH dan pendeteksi formalin, maka dalam penelitian ini digunakan kitosan dan karagenan, gliserol dan sari indikator pewarna alami yang diperoleh dari kubis ungu (*Brassica oleracea*) dan kunyit yang mengandung pigmen alami antosianin dan kurkumin. Mengingat antosianin bersifat berubah warna seiring dengan perubahan pH yang terjadi maka diharapkan dapat mendeteksi adanya perubahan pH ikan akibat dari metabolit mikroba pembusuk.

Edible film dengan indikator warna kubis ungu ini akan berwarna ungu pada pH netral (7), berwarna merah kebiruan pada pH asam (<6) dan juga memiliki warna biru hingga kuning pada pH basa. Edible film dengan indikator warna kunyit akan berwarna coklat bila negatif (tanpa formalin) dan akan berwarna kuning bila positif (ada formalin). Untuk memenuhi fungsi edible film bioindikator pH dan pendeteksi formalin, maka dalam penelitian ini digunakan kitosan dan karagenan, gliserol dan sari indikator pewarna alami yang diperoleh dari kubis ungu (*Brassica oleracea*) dan kunyit yang mengandung pigmen alami antosianin dan kurkumin. Mengingat antosianin bersifat berubah warna seiring dengan perubahan pH yang terjadi maka diharapkan dapat mendeteksi adanya perubahan pH ikan akibat dari metabolit mikroba pembusuk.

Kata kunci: antosianin, edible film, formalin, kitosan, kunyit, kurkumin, pewarna alami, tuna loin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga kami dapat menjalankan tahapan demi tahapan dari keseluruhan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) ini dengan baik sampai dengan penulisan laporan akhir ini. Usulan PKM Karsa Cipta ini adalah langkah awal bagi kami untuk dapat emnciptakan kemasan praktis yang dapat mengukur kemunduran mutu ikan.

Pelaksanaan Karsa Cipta ini didasarkan atas belum adanya teknik kemasan cerdas yang dapat mengukur kemunduran mutu ikan berbahan dasar pewarna alami sehingga PKM Karsa Cipta ini kami beri judul “*SMART EDIBLE PACKAGING*” MULTI DETEKTOR PENDETEKSI TINGKAT KESEGARAN MUTU PADA INDUSTRI EKSPOR *TUNA LOIN* BERBAHAN DASAR PIGMEN ALAMI.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang menyediakan pendanaan untuk merealisasikan ide ini, Institut Pertanian Bogor, Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., M.Si., dan Dr. Dra. Pipih Suptija, MBA yang telah bersedia untuk menjadi dosen pembimbing dan dosen konsultasi serta telah memberikan arahan secara teknik tentang pelaksanaan dan penulisan laporan ini.

Kami mengharapkan agar karsa cipta ini dapat bermanfaat bagi orang banyak sehingga perbaikan dari usulan penelitian ini sangat diperlukan untuk kegiatan-kegiatan selanjutnya.

Bogor, 25 Juli 2014

Penulis

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kementerian Kelautan dan Perikanan memberikan bantuan dana Rp 510,9 juta untuk pembangunan pabrik pengolahan tuna loin di Pangkalan Pendaratan Ikan Eri, Ambon, Maluku. Pabrik tersebut diharapkan mampu meningkatkan kesejahteraan nelayan. Industri *Tuna loin* ditargetkan beroperasi pada akhir tahun 2010. Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Ambon, ikan tuna yang termasuk jenis ikan pelagis besar tersebar di wilayah ekologis pantai selatan Ambon. Potensinya diperkirakan 620,6 ton per bulan dengan maksimum tangkap lestari 310,3 ton perbulan. Saat ini pemanfaatannya baru mencapai 127,1 ton per bulan yakni kurang lebih 41% dari maksimum tangkap lestari. Adanya industri *Tuna loin* diharapkan mampu meningkatkan harga jual ikan tuna yang saat ini Rp 10.000-Rp 18.000 per kilogram (KKP 2010).

Ikan mempunyai kandungan protein dan air yang cukup tinggi sehingga sangat mudah sekali rusak (*high perishable*). Untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang selalu mengharapkan ikan segar, penanganan ikan yang baik perlu dilakukan agar ikan selalu segar sampai ke tangan konsumen. Prinsip C3Q yaitu *Cold* (penyimpanan suhu rendah), *Clean* (sanitasi dan higienis), *Carefull* (penanganan secara hati-hati) dan *Quick* (penanganan secara cepat) merupakan salah satu penanganan yang diterapkan untuk menjaga agar ikan tetap segar (Nurilmala 2009).

Permasalahan utama rendahnya nilai ekonomis produk perikanan adalah rentannya terhadap kerusakan (*spoilage*) dan umur simpannya yang pendek (Helali *et al.* 2010). Komponen volatil, yaitu amonia, dimetilamin, trimetilamin, trimetilamin oksida merupakan hasil degradasi mikroorganisme dan telah digunakan sebagai indikator dalam menentukan tingkat kemunduran mutu ikan (Kim *et al.* 2009). Penilaian kesegaran ikan masih menggunakan penilaian sensori yaitu kenampakan mata, kulit, insang, tekstur, aroma, dan warna (Nollet dan Toldra 2010). Perkembangan teknik modern dalam menentukan tingkat kesegaran ikan yang meliputi peralatan multi sensor dikombinasikan teknik-teknik instrumentasi, telah dikembangkan oleh Uni Eropa dengan proyek "*Development of Multi-sensor Techniques for Monitoring the Quality of Fish*". Peralatan tersebut meliputi *electronic noses*, *texture meter*, *image analysers*, *colour meter*, spektropis dan berbagai peralatan elektronik lainnya (Olafsdottira *et al.* 2004)

Penggunaan kemasan yang disertai dengan penentu nilai kemunduran mutu ikan juga telah dikembangkan, bahkan telah banyak dikomersialkan, diantaranya adalah *Time Temperature Integrators-TTI* (Giannakouroua *et al.* 2005). Perkembangan kemasan ini mulai mengarah pada pengintegrasian kemasan dengan nilai kesegaran ikan itu sendiri (Miller *et al.* 1999). Kemasan tersebut bereaksi langsung terhadap perubahan kimiawi atau biologi dari proses kemunduran mutu sehingga menandakan rusaknya produk (pacquit *et al.* 2008). Byrne *et al.* (2002) menghitung nilai TVBN dari sampel ikan menggunakan film kemasan dengan pewarna indikator pH *cresol red*. Penelitian ini memberikan pandangan baru dalam pembuatan sensor yang sensitif terhadap volatil amin untuk mendeteksi kebusukan ikan dengan memanfaatkan pewarna indikator pH *bromocresol green*.

Pengembangan film kemasan dengan bahan dasar kitosan masih merupakan penelitian yang paling banyak dilakukan (Tripathi *et al.* 2009). Film kemasan yang dibuat dari kitosan (CS) dan polivinil alkohol (PVA) memperlihatkan bahwa pada semua komposisi kimia dari kombinasi bahan penyusun tersebut memiliki interaksi ikatan hidrogen antarmolekul yang sangat kuat sehingga dapat dihasilkan film kemasan yang baik (Kumar *et al.* 2010). Namun penggunaan

bahan kimia tersebut dapat membahayakan dan dapat memberikan efek samping pada produk yang di kemas.

Berdasarkan berbagai informasi tersebut, penggunaan *smart edible packaging* dengan bahan dasar kitosan dan karagenan serta menggunakan bioindikator pigmen alami pendeteksi formalin dan pH menjadi sangat menarik untuk dilakukan. Fungsi kitosan dan kitosan adalah sebagai polarisasi dan pembuat film. *Smart edible packaging* pendeteksi kesegaran mutu ikan ini pada industri ekspor *tuna loin* diharapkan dapat diaplikasikan sebagai kemasan *tuna loin* yang segar, sehingga penilaian terhadap kesegaran ikan dapat dilakukan dengan mudah, praktis, dan dapat menjamin mutu hanya dengan melihat nilai kesegaran ikan pada perubahan warna kemasan.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah banyaknya ditemukan produk pangan, terutama hasil perairan yang menggunakan formalin dalam pemasarannya sebagai pengawet. Formalin dapat berakibat buruk bagi konsumen bila dikonsumsi secara terus menerus dan dengan jumlah yang banyak. Produk perikanan yang di jualan dipasar juga tidak diketahui tingkat mutu kesegarannya oleh masyarakat. Tidak adanya standar mutu yang jelas pada produk perikanan membuat masyarakat tidak yakin dalam mengkonsumsi produk perikanan. Adapun permasalahan yang ingin diselaikan melalui produk ini adalah

- Bagaimana cara menciptakan alat praktis yang dapat menentukan tingkat kesegaran mutu ikan?
- Bagaimana cara menciptakan alat yang dapat mendeteksi bahan pengawet kimiawi seperti formalin pada bahan pangan, terutama produk perikanan?
- Bagaimana cara menciptakan alat pengujian yang stabil dan ramah lingkungan untuk mendeteksi kemunduran mutu pada produk perikanan?

Tujuan Program

Smart Edible Packaging bertujuan untuk mengetahui keefektifitasan pewarna alami dalam mendeteksi mutu kesegaran pada produk *Tuna loin*. Mengurangi masalah adanya produk *Tuna loin* yang sudah tidak segar dan tidak layak lagi untuk diproduksi.

Luaran yang Diharapkan

Luaran yang diharapkan dari diadakannya kegiatan kreativitas mahasiswa karsacipta ini adalah

- Tersedianya *smart edible packaging* yang berfungsi untuk mendeteksi kesegaran mutu ikan dengan bahan dasar pigmen alami
- Informasi dan publikasi ilmiah mengenai teknik pembuatan *smart edible packaging* multi detektor pendeteksi mutu kesegaran *tuna loin* berbahan dasar pigmen alami
- Pengembangan ke arah paten terkait *smart edible packaging* multi detektor pendeteksi mutu kesegaran *tuna loin* berbahan dasar pigmen alami

Kegunaan Program

Kegunaan atau manfaat diadakannya kegiatan kreativitas mahasiswa karsacipta ini adalah untuk melatih mahasiswa menciptakan suatu alat yang dapat berguna bagi masyarakat. Alat yang akan dihasilkan diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mengetahui kualitas produk

perikanan yang ada dipasaran. Alat ini diharapkan praktis dalam penggunaannya karena menggunakan indikator perubahan warna pada kemasan daging ikan. Konsumen atau masyarakat juga akan menjadi lebih yakin terhadap produk yang akan mereka konsumsi sehingga dapat meningkatkan tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap ikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tuna Loin

Tuna loin adalah produk olahan hasil perikanan dengan bahan baku tuna segar yang mengalami perlakuan, yaitu penerimaan bahan baku, penimbangan, penyiangan, pencucian I, penyimpanan sementara/pendinginan, pencucian II, pemotongan kepala, pembuatan loin, pembuangan daging hitam, pembuangan kulit, perapihan, penyuntikan CO, pendinginan, perapihan ulang, pengemasan, pembekuan, penyimpanan dalam cold storage. Tuna loin adalah produk yang dibuat dari tuna segar atau beku yang mengalami perlakuan penyiangan, pembelahan membujur menjadi empat bagian (loin), pembuangan daging gelap (dark meat), pembuangan lemak, pembuangan kulit, perapihan, dan pembekuan cepat dengan suhu pusatnya maksimum -18 °C (BSN 2006).

Formalin

Formalin merupakan larutan formaldehid 35-40% dalam air dengan methanol 10-15% sebagai stabilisator. Formaldehid sangat reaktif dengan bau yang khas di udara. Formaldehid dapat terhirup, termakan, atau terabsorpsi melalui kulit. Formaldehid bersifat iritan primer. Reaksi antara gugus karbonil formaldehid dan gugus amino bebas protein pada membran mukosa menyebabkan iritasi. Gejala dan intensitas gejala yang berbeda terjadi akibat perbedaan konsentrasi formaldehid. Formalin menyebabkan iritasi mata, hidung, dan tenggorokan; rasa terbakar pada mata, membran mukosa, dan kulit; batuk, sulit bernapas, spasmus bronkus, udem paru-paru; dermimitis; sakit kepala; otot kaku. Mual, muntah, nyeri abdominal, diare, hipotensi, hipotermia, lesu, pusing, kejang, koma; asidosis, radang ginjal, toksisitas hati, dan karsinogenik (Loomis 1979).

Kunyit

Tanaman kunyit termasuk ke dalam famili Zingibericeae yang banyak sekali ditemukan di negara tropis seperti Indonesia. Dalam memilih kunyit, dianjurkan memilih kunyit yang rimpangnya sudah tua dan bila disimpan lebih lama akan memiliki warna yang lebih baik daripada rimpang kunyit muda serta memiliki daya tahan yang lebih tinggi. Kunyit mengandung komponen fenolik yang tinggi dan berperan sebagai antioksidan. Senyawa fenolik pada kurkumin dapat berperan sebagai senyawa anti kanker. Kunyit memiliki indeks aktivitas antioksidan dengan faktor protektif sebesar 5,27 atau bernilai 0,88 kali faktor protektif BHT (Chattopadhyay *et al.* 2004).

Rimpang kunyit mengandung minyak esensial (5.8%) yang diperoleh melalui distilasi uap dan komponen minyak atsirinya terdiri dari phellandrene (1%), sabinene (0.6%), cineol (1%), borneol (0.5%), zingiberene (25%), sesquiterpenes (53%), dan Curcumin (3-4%). Kurkumin pada kunyit memiliki berat molekul 368.37 dengan titik lebur 1830 C. Kurkumin memiliki sifat hidrofobik sehingga tidak dapat larut dalam air dan eter tetapi larut dalam alkohol maupun asam asetat glasial. Sifat ini dapat diformulasikan agar larut dalam air yaitu dengan

membuat kurkumin menjadi garam kurkuminat seperti natrium kurkuminat, atau dengan menggunakan stabilizer dan pelarut. Warna pada kurkumin akan bersifat stabil terhadap panas namun cepat berubah menjadi pucat jika terpapar cahaya dan akan berubah menjadi warna coklat atau merah pada kondisi alkali atau menjadi kuning muda pada kondisi asam. Kunyit juga mengandung antosianin. Antosianin memiliki sifat yang unik yaitu dapat berubah warna seiring dengan perubahan pH. Dalam media asam, tampak merah, saat pH meningkat menjadi lebih biru hingga kuning (Kumalaningsih 2006).

Kubis Ungu

Kubis ungu merupakan sejenis tanaman sayuran yang biasa digunakan untuk pelengkap salad. Meskipun harganya relatif mahal tetapi kubis ungu mempunyai warna khas yaitu berwarna ungu. Selain itu kubis ini mengandung air, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, besi, natrium, kalium, beberapa vitamin, sianohidroksibutena dan antosianin (Padmaningrum 2007). Adanya antosianin inilah yang menyebabkan kubis ungu ini dapat menghasilkan warna ungu pada ekstraknya.

Jika kubis ungu disiram dengan air panas akan menghasilkan larutan yang berwarna biru keunguan. Warna ini kemungkinan besar merupakan warna antosianin. Warna larutan yang dihasilkan dari kubis ungu ini dapat berubah warna pada suasana asam maupun basa sehingga memungkinkan penggunaan ekstrak kubis ungu sebagai indikator alami titrasi asam basa. Kubis ungu mempunyai banyak manfaat karena mempunyai banyak kandungan antara lain vitamin A, B, C dan E, mineral kalium, kalsium, fosfor, natrium dan besi, sulforafan serta mengandung antosianin (Lin dkk, 2008). Antosianin juga tergolong senyawa flavonoid yang memiliki fungsi sebagai antioksidan alami dan memiliki kekuatan antioksidan 150 kali lebih kuat dari flavonoid (Neelufar et al. 2012).

Edible film

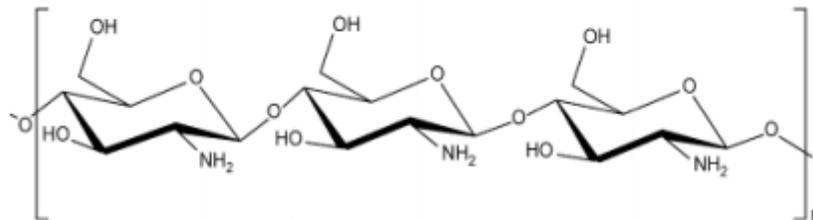
Edible film adalah lapisan tipis dan kontinu yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan, atau diletakkan di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, zat terlarut) dan atau sebagai carrier bahan makanan atau aditif, dan/atau untuk meningkatkan penanganan makanan. *Edible film* dapat memberikan tahanan terhadap penguapan air, gas O₂ dan CO₂, dan transfer lemak dalam sistem makanan. Selain itu *edible film* juga dapat mempertahankan permukaan produk makanan dari kerusakan mekanis dan mempertahankan senyawa volatil atau aroma dalam makanan (Krochta 1992).

Edible coating dan *edible film* merupakan satu terobosan baru yang dapat menjawab tantangan yang berkembang dalam melindungi makanan yang bergizi, aman, berkualitas tinggi, stabil dan ekonomis. Sebenarnya, tidak ada perbedaan yang jelas antara *edible coating* dan *edible film*. *Edible film* dibentuk secara terpisah dan kemudian baru digunakan untuk membungkus produk (Krochta 1992). Menurut Brine *et al.* (1992), kitosan larut pada pH <6,5; dapat membentuk larutan kental, larutan berwarna jernih, membentuk gel dengan polianion dan mempunyai gugus hidroksil dan gugus amin yang sangat reaktif. Disamping itu, kitosan juga mampu mengikat air dan minyak, karena mengandung gugus polar dan non-polar. Kemampuan kitosan ini sangat baik jika digunakan untuk membentuk *edible coating*.

Kitosan

Kitosan merupakan biopolimer yang didapatkan dari proses deasetilasi dari kitin. Kitin yang merupakan polimer karbohidrat alami yang dapat ditemukan dalam kerangka *crustasea*, seperti kepiting, udang dan lobster, serta dalam exoskeleton zooplankton laut, termasuk terumbu karang dan *jellyfish*. Kitosan merupakan biopolimer alami kedua terbanyak di alam setelah selulosa. Kitosan secara natural merupakan komponen makromolekul berupa polisakarida yang dibentuk dari n-asetil-2-amino-2-deoksi-d-glukosa melalui ikatan β -(1,4) glikosida (Teng 2012).

Sifat fungsional kitosan dilaporkan bergantung pada berat molekul atau viskositasnya. Menurut Khan *et al.* (2002), derajat deasetilasi Kitosan yang dihasilkan mempengaruhi kualitas dan aplikasi Kitosan di berbagai bidang. Johns dan Nakason (2011) menyatakan bahwa Kitosan merupakan polimer yang memiliki dwi kutub (dipol) disebabkan adanya muatan positif dari gugus amina dan muatan negatif dari gugus karboksil. Keberadaan gugus ini menyebabkan polaritas pada *film* kitosan dan menggolongkan kitosan sebagai material dielektrik (Begum *et al.* 2011). Struktur kimia kitosan dapat kita lihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur kitosan

Karagenan

Karagenan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah dari Jenis *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Iradaea* dan *Phyllophora*. Karagenan dibedakan dengan agar berdasarkan kandungan sulfatnya, karagenan mengandung minimal 18 % sulfat, sedangkan agar-agar hanya mengandung sulfat 3- 4 %, (Food Chemical Codex 1974). Hellebust dan Cragie (1978) mengatakan bahwa karagenan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya dan karagenan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut merah dibandingkan dengan komponen yang lain. Jumlah dan posisi sulfat membedakan macam-macam polisakarida *Rhodophyceae*, seperti yang tercantum dalam Federal Register, polisakarida tersebut harus mengandung 20 % sulfat berdasarkan berat kering untuk diklasifikasikan sebagai karagenan. Berat molekul karagenan tersebut cukup tinggi yaitu berkisar 100 – 800 ribu kDa (deMan 1989).

Karagenan memiliki kemampuan yang unik untuk membentuk variasi gel yang hampir tidak terbatas pada suhu ruang. Proses pembentukan gel tidak memerlukan pendinginan dan gel dapat dibuat stabil melalui siklus *freezingthawing* yang berulang. Larutan karagenan dapat mengentalkan, mengikat dan menstabilkan partikel-partikel sebaik dispersi koloid dan emulsi air atau minyak. Karagenan merupakan salah satu hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai bahan penstabil dan pengental alami menggantikan bahan pengental sintetis golongan alkanolamide (Winarno 1996).

METODE PENDEKATAN

Rancangan Percobaan

Karsa cipta ini menggunakan rancangan pembuatan edible film berbahan dasar pigmen alami dengan bahan baku edible adalah kitosan dan karagenan. Pada setiap jenis edible tersebut diberikan 2 perlakuan warna alami yakni pewarna dari kubis ungu dan pewarna alami dari kunyit. Edible yang telah mengandung pewarna alami akan di uji pada tuna loin yang digunakan sebagai kemasan uji kemunduran mutu.

Parameter yang Diamati

Parameter edible terhadap uji kemunduran mutu ikan tersebut diukur berdasarkan perubahan warna kemasan diakibatkan kondisi pH ikan yang berubah. Perubahan pH dari kondisi normal (ikan sangat segar) menjadi kondisi asam (ikan segar) hingga akhirnya menjadi kondisi basa (ikan tidak segar). Perubahan warna akibat kandungan pada kubis ungu menurut Murdiono (2010) bahwa warna merah pada pH 1, biru kemerahan pada pH 4, ungu pada pH 6, biru pada pH 8, hijau pada pH 12, dan kuning pada pH 13. Sedangkan parameter edible terhadap uji kandungan formalin pada ikan diakibatkan kandungan formalin yang bereaksi dengan kurkumin pada kunyit. Perubahan warna pada kunyit terhadap kandungan formalin menurut Kumalaningsih (2006) bahwa warna merah menunjukkan negatif formalin dan berwarna biru hingga kuning menunjukkan positif formalin.

PELAKSANAAN PROGRAM

Waktu dan Tempat

Pembuatan *Smart edible packaging* akan dilaksanakan selama kurang lebih 3 bulan yang bertempat di laboratorium Institut Pertanian Bogor

Pelaksanaan Karsa Cipta

Tahap 1 Penyediaan Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada pembuatan *smart edible packaging* ini adalah bahan pewarna yaitu kunyit sebagai anti bakteri dan kubis ungu yang memiliki kandungan antosianin dengan fungsi memberikan warna pada kondisi asam dan basa, kitosan (DD > 98 %) sebagai polarisasi kemasan, karagenan, dan gliserol.

Alat untuk ekstraksi seperti blender, erlenmeyer, kertas saring, shaker, penyedot vakum, corong gelas, dan alat gelas lainnya. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah petri dish untuk pembuatan edible film, desikator, hot plate dan magnetic stirrer, pengaduk, termometer, gelas kimia, pH-meter, neraca analitik, gunting, penggaris, erlenmeyer, pipet, botol semprot, inkubator 37 °C, inkubator 45 °C, dan inkubator 55 °C.

Tahap 2 Pembuatan *Edible film* dari Karagenan dan Kitosan

Smart edible packaging dibuat dengan cara pelarutan karagenan sebanyak 3 gram ke dalam 150 ml aquades kemudian dipanaskan pada suhu 60 °C. Tahap kedua dilakukan dengan penambahan gliserol dan sari kubis ungu sebagai bahan pewarna alami formulasi film untuk menghasilkan film indikator warna. Sebanyak 30 ml bahan pewarna sari kubis ungu yang

ditambahkan. Film indikator terbaik memiliki warna yang stabil dan merata. Pembuatan lembaran film dilakukan dengan menuangkan larutan diatas plat kaca dan diratakan dengan sudip kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50 °C selama 24 jam.

Edible film dan kitosan dibuat dengan modifikasi metode yang dikembangkan oleh Butler *et al.* 1996 adalah sebagai berikut : kitosan sebesar 3,5 gram dilarutkan dalam 100 ml pelarut. Formulasi ini digunakan karena menurut penelitian Warisiki dan Citra (2012), kitosan dengan 3,5 gram yang dilarutkan dalam 100 mL pelarut akan menghasilkan film dengan sifat yang cukup tebal, lentur, mudah dikikis dari cetakannya dan tidak mudah pecah. Kitosan dengan berat 3,5 gram tersebut kemudian dilarutkan kedalam 70 mL larutan asam asetat 1% dan dipanaskan pada suhu 40 °C dan ditambahkan gliserol sebanyak 1 ml hingga membentuk larutan film. Larutan film yang homogen mulai mengalami proses polimerisasi. Polimer dalam bentuk encer ini memiliki rantai polimer yang masih bisa bebas bergerak. Apabila larutan ini telah menjadi polimer padat maka rantai polimer memiliki gerakan dan konfigurasi rantai yang terbatas. Hal ini karena rantai-rantai polimer tersebut saling bersambung silang ke berbagai arah membentuk polimer jaringan berupa matriks film. Pembuatan lembaran film dilakukan dengan menuangkan larutan diatas plat kaca dan diratakan dengan sudip kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50 °C selama 24 jam. Kemudian *edible* yang terbentuk dilakukan pencucian dengan air sehingga pH *edible* menjadi netral. Setelah netral, dilakukan penambahan indikator warna alami yaitu kubis ungu dan kunyit hingga zat warna tersebut diserap oleh *edible*. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven dengan suhu 50 °C.

Tahap 3 Pembuatan *Edible* dengan Penambahan Indikator Pewarna Kesegaran Ikan dan Indikator Kandungan Formalin

Tahap kedua dilakukan dengan penambahan bahan pewarna alami dan sintetik pada formulasi film kitosan untuk menghasilkan film indikator warna. Sebanyak 100 g bahan pewarna (kubis ungu dan kunyit) diolah untuk mengambil ekstrak warna. Larutan pewarna ini kemudian akan dicampurkan dengan kitosan dan karagenan sebanyak 30 mL untuk membuat film indikator warna. Film indikator terbaik memiliki warna yang stabil dan merata.

Edible film indikator pendeteksi kesegaran ikan dengan indikator perubahan warna akan dibuat menjadi suatu alat yang dapat mendeteksi nilai pH dan kandungan formalin. *Edible film* indikator kesegaran ikan ini akan digabung dalam bentuk plester transparan. Plester dengan *edible film* tersebut akan direkatkan pada daging ikan sehingga konsumen dapat mengetahui tingkat kesegaran ikan tersebut.

Smart Edible Packaging ditempelkan dibagian dalam kemasan tuna loin, ketika terjadi kontak dengan daging makan akan keluar warna-warna tanda kesegaran ikan. Adanya warna merah atau ungu maka menandakan adanya formalin dan warna biru (kondisi asam) menandakan ikan tidak segar atau ungu (kondisi basa) ikan udah masuk tahap busuk (deteriorasi).

Instrumen Pelaksanaan

Bahan yang digunakan pada pembuatan PKM karsa cipta ini adalah bahan kunyit dan kubis ungu yang telah dibuat menjadi sari atau ekstrak yang memiliki kandungan antosianin dengan fungsi masing-masing sebagai pendeteksi kandungan formalin dan pendeteksi pH kemunduran pada ikan. Sari kubis ungu dan kunyit kemudian ditambahkan kedalam *edible film* yang terbuat dari kitosan dan karagenan. Alat yang digunakan adalah untuk ekstraksi seperti blender atau food processor, gelas ukur, kertas saring, magnetic stirrer, plat kaca, termometer, gelas kimia, pH-meter, neraca analitik, gunting, penggaris, pipet, dan oven.

Rancangan dan Realisasi Biaya (Terlampir)

HASIL YANG DICAPAI

Mutu ikan adalah ciri-ciri dari ikan yang memenuhi permintaan atau batas toleransi dari konsumen. Mutu ikan sangat penting karena merupakan sesuatu yang bersifat mutlak untuk pemanfaatan ikan baik sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan baku industri. Mutu ikan berkaitan dengan kesegaran ikan. Ikan yang segar mempunyai dua pengertian, yang pertama adalah ikan yang baru saja ditangkap, tidak disimpan atau diawetkan. Kedua, ikan yang mutunya masih baik, disimpan atau diawetkan dan mempunyai mutu yang tidak berubah serta belum mengalami kemunduran mutu baik secara fisik, kimia maupun biologis, misalnya ikan-ikan yang disimpan dingin atau beku (Huss 1995).

Kemunduran mutu pada ikan terjadi setelah ikan itu mati (post mortem). Setelah ikan mati, akan terjadi perubahan pada ikan yang menuju kepada kebusukan. Kemunduran mutu yang terjadi pada ikan disebabkan oleh beberapa hal seperti, aktivitas mikrobiologi, aktivitas enzim, oksidasi lipid dan reaksi *browning*. Perubahan pasca kematian ikan (post mortem) terjadi setelah ikan mati dan aliran darah terhenti. Hasil dari terhentinya peredaran darah adalah serangkaian reaksi yang sangat kompleks dalam otot. Proses kemunduran mutu ikan terbagi menjadi beberapa fase sesuai dengan urutan perubahan-perubahan yang terjadi setelah ikan mati. Fase kemunduran mutu tersebut secara umum menurut Junianto (2003) adalah: fase pre rigor, rigor mortis, post rigor dan busuk. Fase-fase ini berkaitan erat dengan perubahan fisik, biokimiawi dan aktivitas bakteri yang diakibatkan terhentinya aliran darah setelah ikan mati.

Fase pre rigor merupakan perubahan yang terjadi pertama kali ketika ikan mati. Perubahan ini ditandai dengan pelepasan lendir dari permukaan dibawah kulit ikan. Perubahan ini terjadi karena terhentinya peredaran darah yang membawa oksigen dan energi untuk kegiatan metabolismenya. Meskipun ikan telah mati namun masih terjadi proses enzimatik. Proses ini berjalan tanpa kendali sehingga terjadi perubahan biokimia yang luar biasa (Yunizal dan Wibowo 1998). Pada fase ini, terjadi penurunan kadar ATP dan kreatin fosfat serta perubahan glikogen menjadi asam laktat akibat respirasi anaerob. Hal ini akan menyebabkan turunnya pH pada ikan pada tahap selanjutnya. Tahap ini biasanya akan terjadi 1-7 jam setelah ikan mati (Adawyah 2007).

Fase selanjutnya adalah fase rigor mortis. Pada fase ini daging ikan menjadi lebih keras dari sebelumnya. Daging ikan menjadi lebih keras dikarenakan terjadinya penggabungan protein aktin dan miosin menjadi kompleks aktin dan miosin yang bersifat irreversible (DKP dan JICA 2008). Pada fase ini belum terjadi aktivitas bakteri yang berarti, pH ikan masih turun dikarenakan penumpukan asam laktat sehingga bakteri belum bisa tumbuh dengan baik (Adawyah 2007).

Setelah fase rigor mortis berakhir, ikan akan mengalami fase post rigor dimana daging ikan menjadi lemas kembali. Fase ini merupakan awal dari kebusukan ikan. Pada awalnya fase ini akan meningkatkan derajat penerimaan konsumen dikarenakan daging ikan akan lemas kembali. Setelah itu akan terjadi autolisis oleh enzim sehingga terjadi pendegradasian protein. Bakteri tumbuh pesat dikarenakan pH ikan mulai naik akibat degradasi protein oleh enzim yang menyediakan nutrisi protein sederhana bagi bakteri (Huss 1995).

Hasil pengujian mutu ikan secara organoleptik yang dilakukan oleh beberapa panelis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil organoleptik kemunduran mutu ikan

Fase	Penampakan	Bau	Tekstur
Pre Rigor	9	9	9
Rigor Mortis	5	5	5
Post Rigor	3	1	3

Penentuan ikan secara sensori/organoleptik merupakan cara yang mudah, cepat dan praktis. Cara organoleptik merupakan cara penilaian dengan hanya menggunakan panca indera manusia. Metode ini termasuk ke dalam metode subyektif. Penilaian secara organoleptik dapat menggunakan standar penilaian organoleptik SNI 01-2346-2006 yang dibuat oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN 2006).

Metode penentuan kesegaran ikan secara kimia yang biasa dilakukan adalah pengukuran pH ikan. Nilai pH dapat dijadikan ukuran kesegaran ikan karena ikan yang sudah tidak segar akan memiliki pH yang tinggi (basa). Hal ini disebabkan reaksi biokimiawi yang terjadi pada ikan (Adawyah 2007).

Kerusakan produk ikan ditandai dengan adanya perubahan pH menjadi semakin meningkat karena terbentuknya komponen basa seperti amonia yang merupakan hasil degradasi dari protein (Anhar 1996). Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikembangkan pembuatan pengemas *edible film* bioindikator pH dan pendeteksi formalin sehingga kemunduran mutu ikan dapat diketahui secara visual yang ditunjukkan melalui perubahan warna pada kemasan. Untuk memenuhi fungsi edible film bioindikator pH dan pendeteksi formalin, maka dalam penelitian ini digunakan kitosan dan karagenan, gliserol dan sari indikator pewarna alami yang diperoleh dari kubis ungu (*Brassica oleracea*) dan kunyit yang mengandung pigmen alami antosianin dan kurkumin. Mengingat antosianin bersifat berubah warna seiring dengan perubahan pH yang terjadi maka diharapkan dapat mendeteksi adanya perubahan pH ikan akibat dari metabolit mikroba pembusuk.

Antosianin merupakan salah satu pigmen tanaman yang mempunyai cakupan warna luas ungu, biru, jingga, merah sampai biru agak kehijauan, merupakan pigmen pada buah -buahan, bunga dan sayur-sayuran. Pigmen ini bersifat larut dalam air dan terdapat di dalam cairan sel tumbuhan (Fennema 1976). Antosianin memiliki struktur kimia yang berbeda tergantung dari pH larutan. Pada pH 1 antosianin berbentuk kation flavinium yang memberikan warna merah. Pada pH 2-4 antosianin berbentuk campuran kation flavinium dan quinoidal. Pada pH yang lebih tinggi yaitu 5-6 terdapat dua senyawa yang tidak berwarna yaitu karbinol pseudobasa dan kalkon (Ovando *et al.* 2009).

Kurkumin merupakan pigmen berwarna kuning yang terkandung pada rimpang tanaman kunyit. Kurkumin adalah suatu polifenol yang dapat disebut sebagai diferuloil metana dengan rumus kimia $C_{21}H_{20}O_6$ dan tata nama (1E,6E)-1,7-bis (4-hidroksi-3-metoksifenil)-1,6-heptadiena-3,5-diona. Kurkumin bersifat larut lemak dan tidak larut dalam air pada pH netral dan asam, namun larut dalam etanol, dimetilsulfoksida (DMSO) dan pelarut organik lainnya (Aggarwal *et al.* 2003).

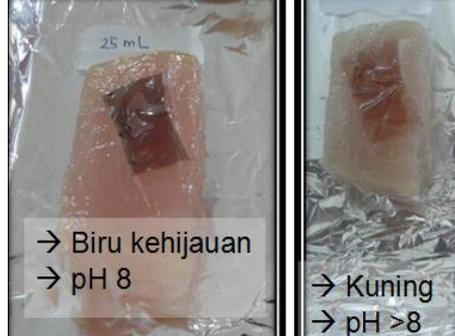
Perubahan warna pada *edible film* terjadi seiring dengan perubahan pH. Warna ekstrak kubis ungu adalah merah pada pH 1, warna biru kemerahan pada pH 4, warna ungu pada pH 6, warna biru pada pH 8, warna hijau pada pH 12 dan warna kuning pada pH 13. Perubahan warna ini sesuai dengan perubahan warna pada antosianin untuk setiap perubahan pH (Aji Catur

Murdiono 2010). Nilai pH mempengaruhi stabilitas warna antosianin, dimana dalam suasana asam akan berwarna merah dan dalam suasana basa berwarna biru. Hasil yang diperoleh dari edible film karagenan dan kitosan dengan indikator warna kubis ungu dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Hasil edible film karagenan kubis ungu

Fase Pre Rigor	Fase Post Rigor
 <p>Warna edible film: Ungu</p>	 <p>Warna edible film: Biru kehijauan hingga kuning transparan</p>

Tabel 3 Hasil *Edible film* kitosan kubis ungu

Fase Pre Rigor	Fase Rigor Mortis	Fase Post Rigor
 <p>→ Ungu → pH 6-7</p> <p>Warna edible film: Ungu</p>	 <p>→ Merah kebiruan → pH <6</p> <p>Warna edible film: merah kebiruan</p>	 <p>→ Biru kehijauan → pH 8</p> <p>→ Kuning → pH >8</p> <p>Warna edible film: biru kehijauan hingga kuning</p>

Hasil edible film dengan indikator warna pendeteksi formalin dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Hasil Edible film karagenan kunyit

Tanpa Formalin	Dengan Formalin
	

Tabel 5 Hasil Edible film kitosan

Tanpa Formalin	Dengan Formalin
	

Perubahan warna disebabkan perubahan struktur antosianin akibat pengaruh ion H^+ dan OH^- . Penambahan ion H^+ membuat pH semakin turun sehingga larutan semakin asam, namun sebaliknya penambahan ion OH^- dapat membuat pH menjadi meningkat sehingga larutan menjadi semakin basa. Pada kondisi lingkungan yang asam dan konsentrasi $[H^+]$ yang tinggi, molekul antosianin akan memberikan ion OH^- yang kemudian berkombinasi dengan H^+ membentuk air, sebagai hidroksil yang hilang, dan antosianin akan berada dalam bentuk kation flavium dimana larutannya berwarna merah. Ini sesuai dengan pendapat Wijaya *et al.* (2001) bahwa sifat kimia antosianin sangat dipengaruhi oleh pH, bila ekstrak antosianin ditambahkan alkali, pigmennya akan berubah warna menjadi hijau yang seringkali berakhir dengan warna kuning, tetapi bila ekstrak antosianin direaksikan dengan senyawa yang bersifat asam maka ekstrak akan berubah warna menjadi merah lagi.

Perubahan warna yang terjadi pada edible film ini menunjukkan bahwa edible film memiliki kemampuan untuk mengikat antosianin pada kubis ungu dan juga kurkumin pada kunyit. Kedua senyawa tersebut sensitif terhadap perubahan pH sehingga dapat dijadikan indikator kesegaran dan mutu ikan. Perubahan warna pada edible film tersebut menunjukkan adanya kemunduran mutu pada ikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembuatan kemasan cerdas sebagai pendeteksi kesegaran mutu ikan berdasarkan pigmen alami yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa karagenan dan kitosan dapat digunakan sebagai *edible film* yang dapat mengikat indikator pewarna alami dengan baik. Pada pengujian kemasan dengan ikan terjadi perubahan warna yang signifikan pada *edible film* dalam mendeteksi kemunduran mutu ikan dan kandungan formalin. Kenampakkan *edible film* yang dihasilkan memiliki kenampakkan yang lebih baik pada bahan karagenan dari pada kitosan, tetapi tidak mempengaruhi efektifitasnya.

Sebaiknya dalam pembuatan kemasan cerdas tersebut perlu dilakukan proses penstabilan kandungan antosianin dan kurkumin serta dilakukan kajian terhadap ekstraksi senyawa murni antosianin atau kurkumin

DAFTAR PUSTAKA

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. *Standar mutu ikan tuna loin beku*. <http://www.bsn.go.id> [7 Oktober 2013]

- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010. *Pabrik Pengolahan Tuna Loin Dibangun*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan
- Adawyah. 2007. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aggarwal, Bharat B, Anushree K, Alok C. Anticancer Potential of Curcumin: Preclinical and Clinical Studies. *Anticancer Research* 23: 363-398 (2003)
- Anhar, Khairul. 1996. Pengaruh Penambahan Kalium Sorbat dan Natrium Propionat Terhadap Pertumbuhan Kapang dan Mutu Sosis Fermentasi Ikan Jangius Selama Inkubasi. Bogor: FTP IPB.
- Begum AA, Radhakrishnan R, Nazeer KP. 2011. Study of structure-property relationship on sulfuric acid crosslinked chitosan membranes. *Malaysian Polymer Journal* 6(1): 27-38.
- Brine JC, Sandford PA, Zikakis JP. 1992. *Adences in Chitin and chitosan*. London and New York: Elsevier Applied Science.
- Byrne L, Lau KT, Diamond D. 2002. Monitoring of headspace total volatile basic nitrogen from selected fish species using reflectance spectroscopic measurements of pH sensitive films. *Analyst* 127: 1338-1341.
- Chattopadhyay I. 2004. Turmeric and Curcumin: Biological Actions and Medical Applications. *Current Science* 87 (1): 44-53
- DKP dan JICA. 2008. Bantuan Teknis untuk Industri Ikan dan Udang Skala Kecil dan Menengah di Indonesia (Teknik Pasca Panen dan Produk Perikanan). Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan
- Fennema, O. R. 1976. *Principle of Food Science*. Marcel Dekker, New York.
- Giannakouroua MC, Kuotsoumanis k, Nychasc GJE, Toukisa PS. 2005. Field evaluation of the application of time temperature integrators for monitoring fish quality in the chill chain. *International Journal of Food Microbiology* 102:323-336.
- Helali S, Abdelghani A, Jaffrezic-renault N, Trikalitis PN, Efstathioud CE, Prodromidise MI. 2010. On-site monitoring of fish spoilage using vanadium pentoxide xerrogel modified interdigitated gold electrodes. *Electrochimica Acta* 55:4256-4260
- Huss HH. 1995. Fisheries Technical Paper: Quality and quality changes in fresh fish. Roma: FAO.
- Johns J, Nakason C. 2011. Dielectric properties of natural rubber/chitosan blends: Effects of blend ratio and compatibilization. *Journal of Non-Crystalline Solids* 357: 1816-1821
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Khan TA, Peh KK, Cheng HS. 2002. Reporting degree of deacetylation values of chitosan: the influence of analytical methods. *Journal of Pharmacy Pharmaceutical Science* 5(3): 205-212.
- Kim MK, Mah JH, Hwang HJ. 2009. Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish. *Food Chemistry* 116:87-96.
- Krochta JM. 1992. Control of mass transfer in food white edible coating and film. Di dalam: *Advance Food Engineering*. New York Sci. Publ. Co. Inc.
- Kumalaningsih S. 2006. *Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas, Sumber, Manfaat, Cara Penyediaan dan Pengolahan*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Kumar HMPN, Prabhakar MN, Prasad CV, Rao KM, Reddy TV AK, Rao KC, Subha MCS. 2010. Compatibility studies of chitosan/PVA blend in 2% aqueous acetic acid solution at C. *Carbohydrate Polymers* 82(2) 251-255.
- Loomis T. 1979. Formaldehyde Toxicity. *Arch Pathol Lab Med*. 103: 321-324.

- Miller DW, Wilke JG, Conte ED. 1999. Food quality indicator device, *PCT International Patent Application WO 99/04256*.
- Musaddad D. 2002. Mempelajari efektivitas pelapis edible kitosan pada buah tomat segar selama penyimpanan di suhu kamar dan suhu dingin. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nollet LML. 1996. *Hand Book of Food Analysis*. Two Edition. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Olafsdottira G, Nesvadbab P, DiNatalec C, Careched M, Oehlenshl`gere J, Tryggyado`ttira S, Schubringe R, Kroegere M, Heiaf K, Esaiassenf M, Macagnanoc A, Jorgensen B. 2004. Multisensor for fish quality determination. *Trend in Food Science and Teknologi* 15(2):86-93.
- Ovando A, Pacheco HML, Paez HME, Rodgiurez JA, Galan V. 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem* 113: 859–871.
- Rein M. 2005. Compigmentation reaction and color stability of berry anthocyanin. [Dissertation]. Helsinki: Food Chemistry Division, University of Helsinki.
- Teng D. 2012. From chitin to chitosan dalam Yao K, Li J, Yao F, Yin Y, editors. Chitosan-Based Hydrogels: Functions and Applications. Boca Raton: CRC Press.
- Tripathi S, Mehrotra GK, Dutta PK. 2009. Physicochemical and bioactivity of cross-linked chitosan-PVA film for good packaging application. *International Journal of Biologikal Macromolecules* 45:327-376.
- Wijaya, L.S., S. B. Widjanarko, dan T. Susanto. 2001. Ekstraksi dan karakterisasi pigmen dari kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai. *Biosain* 1(2):42-53.
- Winarno FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Yunizal dan Wibowo S. 1998. *Penanganan Ikan Segar*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Zaman B dan Sutrisno E. 2006. Kemampuan penyerapan eceng gondok terhadap amoniak dalam limbah rumah sakit berdasarkan umur dan lama kontak. *Jurnal Presipitasi* 1 (1): 49-54.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Anggaran Dana

1. Peralatan Penunjang

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Mixer	pencampuran larutan	1 unit	Rp500.000	Rp500.000
Erlenmeyer	wadah larutan	1 unit	Rp300.000	Rp300.000
Kertas saring	penyaring	20 unit	Rp5.000	Rp100.000
Shaker	penghomogenisasi	1 unit	Rp300.000	Rp300.000
Vakum	menghilangkan udara	1 unit	Rp900.000	Rp900.000
Corong gelas	wadah	1 unit	Rp300.000	Rp300.000
Kit gelas	wadah larutan kimia	1 kit	Rp500.000	Rp500.000
Petri dish	wadah larutan	1 unit	Rp600.000	Rp600.000
Desikator	pencapur larutan	1 unit	Rp450.000	Rp450.000
Hot plate	wadah pemanas	1 unit	Rp250.000	Rp250.000
Magnetig stirrer	pengaduk larutan	1 unit	Rp100.000	Rp100.000
Pengaduk	pengaduk manual	10 unit	Rp10.000	Rp100.000
Termometer	pengukur suhu	1 unit	Rp10.000	Rp100.000
Gelas kimia	wadah larutan kimia	1 kit	Rp700.000	Rp700.000
pH meter	pengukur kandungan pH	1 unit	Rp1.200.000	Rp1.200.000
Neraca analitik	pengukur	1 unit	Rp150.000	Rp150.000
Gunting	pemotong	2 unit	Rp10.000	Rp20.000
Penggaris	sebagai menggaris	10 unit	Rp1.000	Rp10.000
Pipet	untuk memindahkan larutan	2 unit	Rp10.000	Rp20.000
Botol semprot	untuk menebarkan larutan	5 unit	Rp10.000	Rp50.000
oven	sebagai pemanas	1 unit	Rp1.500.000	Rp1.500.000
			SUB TOTAL (Rp)	Rp8.150.000

2. Biaya Habis Pakai

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
kitosan	bahan baku	10 gram	Rp50.000	Rp500.000
Aquades	pelarut	25 liter	Rp20.000	Rp500.000
Kunyit	bahan pewarna alami	8 kilogram	Rp25.000	Rp200.000
Rosela	bahan pewarna alami	5 kilogram	Rp50.000	Rp250.000
Asam asetat	pelarut	3 liter	Rp50.000	Rp150.000
Nutrien agar (NA)	media pertumbuhan	10 gram	Rp30.000	Rp300.000
Parafilm	larutan seperti plastik	2,5 liter	Rp100.000	Rp250.000
Heksana	pelarut	5 liter	Rp50.000	Rp250.000
BTB	pewarna	2 unit	Rp100.000	Rp200.000
Pengencer	larutan untuk mengencer	3 liter	Rp50.000	Rp150.000

Pati	larutan karbohidrat	4 kilogram	Rp25.000	Rp100.000
Tapioka	larutan karbohidrat	4 kilogram	Rp25.000	Rp100.000
Karagenan	larutan perekat	4 kilogram	Rp50.000	Rp200.000
Larutan ebber	indikator	2 liter	Rp50.000	Rp100.000
Gliserol	larutan pelarut	4 liter	Rp50.000	Rp200.000
SUB TOTAL (Rp)				Rp3.450.000

3. Perjalanan

Material	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
perjalanan ke industri tuna loin	survey	2 kali	Rp50.000	Rp100.000
smart edible film	pembelian bahan baku	perjalanan x 4 orang		Rp150.000
	pembelian alat dan perlengkapannya	perjalanan x 4 orang		Rp150.000
	Uji coba produk			Rp100.000
SUB TOTAL (Rp)				Rp500.000

4. Lain-lain

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Kuisisioner	Evaluasi	1 berkas	Rp25.000	Rp25.000
	Publikasi	1 berkas	Rp50.000	Rp50.000
	Dokumentasi	10 lembar	Rp10.000	Rp100.000
	Perlindungan hukum	1 berkas	Rp50.000	Rp50.000
	Laporan akhir	4 berkas	Rp31.250	Rp125.000
SUB TOTAL (Rp)				Rp350.000
Total (keseluruhan)				Rp12.480.000

Lampiran 2 Anggaran Dana yang Telah Digunakan

MATERIAL	JUMLAH	HARGA SATUAN (Rp)	TOTAL (Rp)
PERALATAN MENUNJANG			
plat kaca	8	20.000	160.000
beaker glass 1 LT	2	150.000	300.000
beaker glass 100mL	2	120.000	240.000
bulb	2	25.000	50.000
pipet mohr 10 mL	2	60.000	120.000
corong	1	15.000	15.000
termometer	1	50.000	50.000
batang pengaduk	2	20.000	40.000

kain saring	2	25.000	50.000
box penyimpanan	4	100.000	400.000
cool box	1	500.000	500.000
food prosesor	1	1.500.000	1.500.000
magnetik stirer	1	700.000	700.000
timbangan digital	2	250.000	500.000
SUB TOTAL		2.585.000	4.625.000
BIAYA HABIS PAKAI			
rosela	1	95.000	95.000
kubis ungu	3	100.000	300.000
kertas metalik	5	5.000	25.000
lakban hitam	2	10.000	20.000
lakban putih	2	10.000	20.000
dowble tape	4	7.500	30.000
polizean	10	60.000	600.000
asam asetat 1 L	5	40.000	200.000
kertas saring	4	20.000	80.000
book note	2	20.000	40.000
pen	12	3.500	42.000
tissue	4	20.000	80.000
aluminium foil	1	35.000	35.000
kertas pH	1	214.000	214.000
karagenan	100gr	50.000	50.000
glyserol	1 liter	60.000	60.000
kitosan	100gr	100.000	100.000
aquades 5 liter	4	40.000	160.000
kunyit	2	25.000	50.000
pocari sweat 1L	2	25.000	50.000
formalin 20 mL (35%)	1	36.000	36.000
Marlin Loin	5	75.000	375.000
SUB TOTAL		1.051.000	2.662.000
PERJALANAN			
BBM	6	40.000	240.000
AKOMODASI	1	200.000	200.000
Perjalanan ke semarang	3	45.000	135.000
perjalanan kembali ke bogor	3	173.000	519.000
perjalanan balik ke semarang	3	173.000	519.000
SUB TOTAL		240.000	1.613.000

LAIN-LAIN			
peminjaman lab	3	250.000	750.000
jasa editing poster	1	100.000	100.000
poster	2	125.000	250.000
print	1	300.000	300.000
foto copy	1	200.000	200.000
SUB TOTAL		975.000	1.600.000
TOTAL KESLURUHAN		4.851.000	10.500.000

Lampiran 3. Bukti-Bukti Pendukung Kegiatan



Sampel kunyit 200 gr



Penghalusan Kunyit



Sampel kubis ungu 200gr



Penghalusan kubis ungu dengan food prosesor



Hasil ekstraksi warna alami kubis ungu



Akuades

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice Details

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

Item No.	Item Name	Quantity	Unit Price	Total Price
1	Barang A	10	3000	30000

Total Price Rp. 30.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 30.000

Date 2024-10-24

Signature

NASUTION COPY CENTRE

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

Item No.	Item Name	Quantity	Unit Price	Total Price
1	Barang A	10	3000	30000

Total Price Rp. 30.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 30.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA KONTAN

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

Banyaknya	Nama Barang	Harga	Jumlah
10	Barang A	3000	30000

Total Price Rp. 30.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 30.000

Date 2024-10-24

Signature

FAKUR PALMA

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

Item No.	Item Name	Quantity	Unit Price	Total Price
1	Barang A	10	3000	30000

Total Price Rp. 30.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 30.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA KONTAN

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
Barang A	3000	10
Barang B	3000	10
Barang C	3000	10

Total Price Rp. 90.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 90.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA No.

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Barang A	160.000	160.000
1	Barang B	66.000	66.000

Total Price Rp. 226.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 226.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA No.

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Barang A	160.000	160.000
1	Barang B	66.000	66.000

Total Price Rp. 226.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 226.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA No.

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Barang A	25.000	25.000
1	Barang B	50.000	50.000
1	Barang C	20.000	20.000
1	Barang D	20.000	20.000
1	Barang E	50.000	50.000
1	Barang F	60.000	60.000

Total Price Rp. 225.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 225.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA No.

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Barang A	25.000	25.000
1	Barang B	50.000	50.000
1	Barang C	20.000	20.000
1	Barang D	20.000	20.000
1	Barang E	50.000	50.000
1	Barang F	60.000	60.000

Total Price Rp. 325.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 325.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA KONTAN

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

Banyaknya	Nama Barang	Harga	Jumlah
10	Barang A	3000	30000

Total Price Rp. 30.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 30.000

Date 2024-10-24

Signature

NOTA No.

Unit of Account Summary / Receipt

Invoice No. 001/2024

Invoice Date 2024-10-24

Invoice Period 2024-10-24

Invoice Status **PAID**

Customer Details

Customer Name PT. ABC

Customer Address Jl. Merdeka No. 100, Jakarta

Customer Phone 021-12345678

Customer Email abc@ptabc.com

Item Details

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Barang A	100.000	100.000
2	Barang B	250.000	500.000

Total Price Rp. 600.000

Payment Method **Transfer Bank**

Bank Name PT. ABC

Account No. 1234567890

Amount Rp. 600.000

Date 2024-10-24

Signature