

**Buku 1**

**Prosiding**

# **Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia ( MPHPI ) Ke V**

**Semarang, 18-19 Oktober 2013**

**Seminar Nasional  
Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia  
( MPHPI ) Ke V**

**Peningkatan Industrialisasi  
Pengolahan Hasil Perikanan Berbasis *Blue Economy***

Diterbitkan Oleh:

Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan  
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan  
Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

Diselenggarakan Oleh:

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Diponegoro





ISBN 978-602-16781-7-0



9 786021 678170

PROSIDING  
PENCANANGAN BULAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL PERIKANAN & SEMINAR  
NASIONAL MASYARAKAT PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN (MPHPI) KE-V

**Penerbit:**

Universitas Diponegoro

**ISBN :**

978-602-18781-7-0

**Cetakan 1 :**

November 2013

**Hak cipta 2012, pada Penulis**

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Tidak diperkenankan mereproduksi isi buku ini, baik sebagian maupun seluruhnya dalam bentuk atau alasan apapun juga tanpa izin tertulis dari penerbit

**Prosiding ini didanai Oleh:**

Direktorat Jenderal Pemasaran dan Pengolahan Hasil Perikanan

Kementrian Kelautan dan Perikanan

Tahun Anggaran 2013

## KATA PENGATAR

Pertama-tama sebagai insan Pancasila, puji syukur marilah kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia dan nikmat kesehatan yang telah diberi sehingga kita dapat berkesempatan untuk berkumpul dan bersilaturahmi dalam rangka kegiatan Seminar Nasional Tahunan Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI) ke 5 dan Pencanangan Bulan Mutu yang telah dilaksanakan di Universitas Diponegoro, Semarang pada tanggal 18-19 Oktober 2013.

MPHPI yang didirikan 19 November 2009, yang genap berusia 4 tahun pada tahun 2013 ini, sampai dengan saat ini telah menyelenggarakan seminar nasional tahunan yang ke 5, setelah sebelumnya seminar dilaksanakan di Bogor (2009), Bandung (2010), Bogor (2011), dan Malang (2012). Sampai saat ini tercatat 184 anggota MPHPI dari berbagai Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian, Dinas/Kementerian, pengusaha/praktisi.

Seminar ini merupakan agenda tahunan dari MPHPI, yang salah satu outputnya adalah publikasi dalam: (1) jurnal ilmiah yang dikelola MPHPI yaitu Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, dan (2) prosiding ini. Setelah melalui proses seleksi yang ketat serta proses editing substansi oleh para pakar yang kompeten dalam tim reviewer dan penyeragaman format oleh tim redaksi, akhirnya makalah yang layak dimuat di dalam Prosiding Seminar Nasional MPHPI ke-5 dan Pencanangan Bulan Mutu ini adalah sebanyak 48 makalah.

Seminar Nasional MPHPI ke 5 yang telah dilaksanakan, tidak akan terselenggara dengan baik tanpa adanya partisipasi pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. Kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro selaku tuan rumah sekaligus *event organizer* yang di ketua Dr. Fronthea Swastawati beserta seluruh panitia disampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya. Kepada Bapak Direktur Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan beserta staf jajarannya, yang selama ini selalu mendukung kegiatan MPHPI, kami ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya.

Dengan menghadirkan para pembicara dari kalangan Akademisi (Prof. Miyashita dan Prof. Darmanto), *Businessman*/Pengusaha (Holimina, Bandeng Juwana), dan *Government*/Birokrat (Direktur Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan, Direktur Jenderal Perikanan Budidaya dan Direktur Jenderal Perikanan Tangkap), ini menunjukkan adanya penerapan konsep ABG yaitu akademisi, *businessman* dan *government* sebagai menu komplit untuk memotret kondisi perikanan nasional terkini dan yang akan datang dari tiga *angle* yang berbeda. Kepada para pemakalah dan semua peserta seminar disampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas partisipasinya, dan selamat jumpa lagi di Seminar Nasional Tahunan MPHPI ke-6 tahun 2014 yang direncanakan akan dilaksanakan di Pekanbaru dengan tuan rumah Universitas Riau.

Semoga inovasi teknologi dan informasi yang terdapat di dalam prosiding ini dapat bermanfaat bagi pembangunan perikanan Indonesia.

Semarang, 15 Desember 2013  
Ketua Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia

Prof.Dr. Hari Eko Irianto

**SAMBUTAN  
DIREKTUR JENDERAL  
PENGOLAHAN DAN PEMASARAN HASIL PERIKANAN  
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN**

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia ke-5. Prosiding ini merupakan hasil dari kegiatan Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia ke-5 yang telah diselenggarakan pada tanggal 18-19 Oktober 2013 di Universitas Diponegoro, Semarang.

Seminar ini terselenggara atas kerja sama antara Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI), Universitas Diponegoro, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan (Direktorat Jenderal P2HP) dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Prosiding ini merupakan kumpulan hasil penelitian di bidang pengolahan hasil perikanan yang telah dilakukan oleh para peneliti dan akademisi dari badan penelitian dan pengembangan dan perguruan tinggi yang ada di seluruh Indonesia.

Dalam rangka mendorong pertumbuhan dan perkembangan sektor kelautan dan perikanan yang pro-poor, pro-job, pro-growth, dan pro-environment, berbagai program percepatan terus-menerus diupayakan. Salah satu program yang menjadi prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan yaitu industrialisasi perikanan. Kebijakan industrialisasi perikanan menitikberatkan pada peningkatan produksi bahan baku dalam negeri untuk mencukupi kebutuhan bahan baku bagi industri perikanan yang telah ada dan yang akan dikembangkan. Hal tersebut penting dalam rangka mendukung eksistensi industri perikanan di Tanah Air, sehingga mampu bersaing dengan industri-industri perikanan negara lain.

Direktorat Jenderal P2HP dari tahun 2009-2014 berkeinginan untuk “Mewujudkan Produk Perikanan Prima yang Berdaya Saing Tinggidi Pasar Domestik dan Luar Negeri”. Produk prima mengisyaratkan bahwa produk perikanan yang dihasilkan untuk masyarakat harus: 1) memenuhi standar kesehatan dan keamanan pangan bagi manusia; 2) bernilai tambah tinggi; 3) bermutu tinggi; 4) memiliki ketelusuran; dan 5) memiliki daya saing tinggi. Atas dasar hal tersebut, Direktorat Jenderal P2HP akan selalu berupaya untuk mendukung kegiatan-kegiatan yang menopang terwujudnya tujuan di atas.

Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan ke-5 kali ini menjadi sangat spesial karena disinergikan dengan kegiatan Pencanangan Bulan Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan yang telah menjadi agenda rutin yang diselenggarakan oleh Ditjen P2HP selama 7 tahun terakhir. Pada pencanangan Bulan Mutu ini Ditjen P2HP mengambil tema “Peningkatan Industrialisasi Pengolahan Hasil Perikanan Berbasis Blue Economy”.

Akhir kata saya berharap bahwa keberadaan prosiding ini tidak hanya sebatas memperkaya khasanah pengetahuan dan wawasan kita, namun juga dapat menjadi sumber inspirasi bagi para peneliti, pelaku usaha, dan pemangku kepentingan lainnya dalam upaya mewujudkan produk perikanan prima yang berdaya saing di pasar domestik dan internasional. Untuk itu saya ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para narasumber dan tim penyusun serta kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan mendukung penerbitan prosiding ini.

Jakarta, Desember 2013  
Direktur Jenderal P2HP

**Ir. Saut P. Hutagalung, M.Sc**

## SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.  
Salam sejahtera bagi kita semua

Segala puji kami Panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya kegiatan "***Pencanangan Bulan Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan & Seminar Nasional MPHPI Ke V***". Tujuan diselenggarakannya kegiatan ini adalah sebagai wadah tukar menukar informasi tentang perkembangan teknologi pengolahan hasil perikanan dan hasil penelitian mengenai pengembangan produk, rekayasa proses, peningkatan jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan, serta pengolahan yang bersifat nirlimbah yang akan mendukung konsep *blue economy* untuk pembangunan perikanan yang berkelanjutan; membangun jejaring antara Pemerintah, PTN / PTS, Lembaga Penelitian, Pengusaha dan Instansi terkait lainnya; meningkatkan kesadaran terhadap mutu produk perikanan melalui kegiatan Pencanangan Bulan Mutu.

Peran pengolahan hasil perikanan diharapkan mampu menjadi *backbone* bagi peningkatan industrialisasi perikanan yang berbasis pada prinsip *blue economy*. Melalui pengolahan, produk perikanan mempunyai nilai tambah sehingga pada saatnya nanti dapat meningkatkan devisa negara. Komitmen kuat dalam menjaga mutu dan keamanan pangan produk hasil perikanan selalu diutamakan guna memberikan daya saing bagi produk hasil perikanan dalam menghadapi persaingan bebas tahun 2015.

Jumlah makalah dalam kegiatan ini adalah 76 judul makalah oral dan 31 judul makalah poster. Namun, oleh karena sesuatu hal maka yang diterbitkan dalam prosiding hanya sebanyak 48 judul terdiri dari 38 judul makalah oral dan 10 judul makalah poster yang mencakup 5 tema yaitu: Konservasi, Pengolahan dan Pengembangan Produk Perikanan; Manajemen Mutu dan Keamanan Pangan, Rekayasa Peralatan / Proses Pasca Panen Perikanan, Bioteknologi Kelautan dan Perikanan; serta Pemasaran / Sosial Ekonomi Hasil Perikanan. Makalah yang masuk dalam Prosiding telah melewati seleksi ketat melalui tim reviewer dan di edit oleh tim redaksi pelaksana. Peserta berasal dari berbagai daerah di Indonesia meliputi : Kota Semarang, Kupang, Ambon, Gorontalo, Makassar, Malang, Surabaya, Yogyakarta, Pekalongan, Tegal, Bandung, Bogor, DKI Jakarta, Pekanbaru, Riau, Lampung, dan Banda Aceh.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh panitia penyelenggara atas kerja keras yang tulus, dedikasi yang tinggi dan kontribusi yang diberikan sehingga acara ini dapat terselenggara dengan sukses dan lancar. Terima kasih kami sampaikan pula kepada seluruh peserta yang telah menyampaikan hasil penelitiannya baik dalam bentuk oral maupun poster. Semoga melalui kegiatan ini kita dapat selalu berkomunikasi dengan baik dan menjalin kerjasama di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga kegiatan ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dan pembangunan bidang perikanan di Indonesia. Amin.

Billahi taufiq wal hidayah, Wassalamu alaikum Wr. Wb.

Ketua Panitia

Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc

## SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL MPHPI KE-V

- Pelindung** : Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP)  
Direktur Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan (P2HP)  
Ketua Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan (MPHPI)  
Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (BBP4BKP)  
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro (FPIK UNDIP)
- Pengarah** : Dr. Ir. Syafril Fauzi, M.Sc. (Sesditjen P2HP KKP)  
Dr. Ir. Santoso, M.Phil (Direktur Pengolahan Ditjen P2HP KKP)  
Prof. Dr. Ir. Hari Eko Irianto (Ketua MPHPI)  
Dr. Ir. Suradi W.S, MS (PD I Bid. Akademik – FPIK UNDIP)  
Prof. Norma Afiati, M.Sc, PhD (PD IV Bid. Kerjasama – FPIK UNDIP)  
Prof. Dr. Ir. YS Darmanto, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Widodo Farid Ma'ruf, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Djoko Soeprapto, M.Sc (UNDIP)
- Penanggung Jawab** : Ketua Jurusan Perikanan UNDIP  
Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan  
Kepala Bidang Pelayanan Teknis BBP4B-KKP  
Ketua Departemen Pendidikan dan SDM MPHPI  
Kepala Bagian Program Ditjen P2HP-KKP
- Ketua Panitia** : Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc. (UNDIP)
- Wakil ketua** : Dr. Ir. Simson Masengi, M.Sc (Kasubdit Industri Pengolahan – Ditjen P2HP KKP)
- Sekretaris** : Ima Wijayanti, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
Erwin Dwiyana, S.Pi, M.Sc (Ditjen P2HP)  
Ahmad Mutaqin, ST, M.Si (Ditjen P2HP)  
Novalia R, S.Si, M.Sc (BBP4B-KKP)
- Bendahara** : Mumtafi, S.Sos (UNDIP)  
Yuli Praptiningsih, S.Pi (UNDIP)  
Agustina Pujiastuti, S.Pi, MSi (Ditjen P2HP)
- Seksi-seksi Kesekretariatan** : Romadhon, S.Pi, M. Biotech (UNDIP) (Koordinator)  
Drs. Setyo Wardoyo (UNDIP)  
Trisnani Dwi Hapsari, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
Kukuh Eko Prihantoko, S.Pi. (UNDIP)  
Adhika Cempaka, S.Psi (BBP4B-KKP)  
Djoko Santoso, S.Pi (Ditjen P2HP)  
Toni Rudi Hartanto, A.Md (BBP4B – KKP)

- Naskah dan Persidangan** : Dr. Ir. Eko Nurcahya Dewi, M.Sc (UNDIP) (Koordinator)  
 Ir. Ratna Ibrahim, M.Phil (UNDIP)  
 Dr. Ir. Nurjannah, M.S (IPB)  
 Dr. Amir Husni (UGM)  
 Ir. Evi Liviawaty, MS (UNPAD)  
 Dr. Aef Permadi (STP)  
 Dr. Ir. Joko Santoso, M.Si (IPB)  
 Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, MS. (IPB)  
 Dr. M.Firdaus, S.Pi, MP (UB)  
 Dr. Vivi Endar Herawati, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
 Ir. Sumardianto, PG. Dipl (UNDIP)  
 Ulfah Amalia, S.Pi (UNDIP)
- Perlengkapan, Transportasi dan Dokumentasi** : Putut Har Riyadi, S.Pi, M.Si (UNDIP) (Koordinator)  
 Bogi Budi Jayanto, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
 Alfabetian Harjuno Condro H, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
 Hodo Sutasno, S.Sos (UNDIP)
- Pameran** : Dr. Ir. Herry Boesono, M.Pi (UNDIP) (Koordinator)  
 Drs. Yusep Prihandono, MM (Seksi Kerjasama Asosiasi & Industri Pengolahan – Ditjen P2HP)  
 Dr. Ir. Suryanti, M.Pi (UNDIP)  
 Slamet Suharto, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
 Ahmad Suhaeli Fahmi, S.Pi (UNDIP)  
 Sri Sumartini, S.Pi, M.Si (DKP Provinsi Jawa Tengah)
- Konsumsi** : Ir. Siti Rudianti, M.Si (UNDIP) (Koordinator)  
 Ir. Titi Surti, M.Phil (UNDIP)  
 Diana Chilmawati, S.Pi, M.Si (UNDIP)  
 Widyaningsih, A.Md (UNDIP)
- Perumus** : Dr. Ir. Tri Winarni Agustini, M.Sc (UNDIP) (Koordinator)  
 Dr. Ir. Wini Trilaksani, M.Sc. (IPB)  
 Dr. Latief Sahubawa (UGM)  
 Dr. Ir. Eddy Afrianto, M.Si (UNPAD)  
 Prof. Dr. Ustadi (UGM)  
 Prof. Dr. Ir. Frederik Rieuwpassa, MS (UNPATI)

**Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan (MPHPI)  
ke-V Tahun 2013**

**Tim Editor :**

Prof. Dr. Ir. YS Darmanto, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Widodo Farid Ma'ruf, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Tri Winarni Agustini, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Eko Nurcahya Dewi, M.Sc (UNDIP)  
Dr. Ir. Eddy Afrianto, M.Si (UNPAD)  
Dr. Ir. Nurjannah, M.S (IPB)

**Redaksi Pelaksana**

Apri Dwi Anggo, S.Pi, M.Sc  
Laras Rianingsih, S.Pi, M.Sc  
Muhanifa Anisa Yusuf  
Agus Tri Setyo Wicaksono  
Lana Izzul Azkia  
Mihwar Hayfauz

ISBN: 978-602-18781-7-0

@Hak Cipta dilindungi undang-undang

All rights reserved

Diterbitkan Oleh:

Universitas Diponegoro

Semarang, 2013

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin dari penyunting

## DAFTAR ISI PROSIDING

	Halaman
<b>COVER</b> .....	i
<b>ISBN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>SAMBUTAN DIREKTUR JENDERAL P2HP</b> .....	iv
<b>SAMBUTAN KETUA PANITIA</b> .....	vi
<b>SUSUNAN PANITIA</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI PROSIDING</b> .....	x
 <b>Keynote speakers</b>	
New perspective in fisheries product development: importance of seaweeds as biomass resources <i>Kazuo Miyashita</i> .....	KS-01
“Zero waste concept” di dalam industri pengolahan hasil perikanan <i>Y.S. Darmanto</i> .....	KS-02
Implementasi <i>blue economy</i> di dalam industrialisasi hasil perikanan <i>Direktur Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan</i> .....	KS-03
Pembangunan perikanan tangkap berorientasi <i>blue economy</i> <i>Ditjen Perikanan Tangkap</i> .....	KS-04
Peran subsektor perikanan budidaya dalam pembangunan ekonomi perikanan berbasis <i>blue economy</i> <i>Direktur Produksi Ditjen Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan</i> .....	KS-05
Kiat-Kiat Eksport Produk Perikanan <i>PT. Holi Mina Jaya</i> .....	KS-06
Kecepat, Modal Dengkul <i>Dr. Daniel Nugroho Setiabudhi, Bandeng Juwana</i> .....	KS-07
Sehat Bersama Chitofresto <i>PT. Biotech Surindo</i> .....	KS-08

## **Tema 1: Preservasi, Pengolahan dan Pengembangan Produk Perikanan**

T1-01	Fortifikasi tepung surimi dalam pembuatan sagu lempeng <i>Pieter Tamael, dan Cindy R.M. Loppies.....</i>	01 – 05
T1-02	Pengaruh penanganan rumput laut coklat ( <i>Sargassum Sp.</i> ) terhadap mutu Na-Alginat <i>Tazwir dan Nurul Hak.....</i>	09 - 15
T1-03	Pengaruh suhu esterifikasi pada proses pembuatan karboksil metil kitosan terhadap sifat kelarutannya <i>Masagus Muhammad Prima Putra, Prameidia Putra dan Amir Husni.....</i>	16 – 22
T1-04	Profil <i>ronto</i> produk fermentasi udang tradisional di Kalimantan Selatan <i>Rita Khairina, Yuspihana Fitriah, Hasrul Satrio, Nazarni Rahmi.....</i>	23 – 29
T1-05	Pengaruh pengolahan yang berbeda terhadap komposisi proksimat dan profil asam lemak ikan lele dumbbo ( <i>Clarias Gariepinus</i> ) <i>Titiek Indhira Agustin.....</i>	30 - 37
T1-06	Model persamaan dan energi aktivasi pada proses pelunakan tulang ikan bandeng ( <i>Chanos chanos Sp</i> ) <i>Apri Dwi Anggo, Suparmo, Chusnul Hidayat.....</i>	38 – 48
T1-07	Cookies kaya betakaroten dan antioksidan aberbasis <i>Spirulina</i> <i>Yessy Christanti, Alberta Rika Pratiwi, Laksmi Hartayanie.....</i>	49 – 52
T1-08	Pengasapan filet ikan patin ( <i>Pangasius Sp.</i> ) dengan asap cair menggunakan alat vakum impregnasi <i>Rodiah Nurbaya Sari, Gunawan, Aris Budianto.....</i>	53 - 64
T1-09	Aplikasi khitosan sebagai pengawet alami terhadap kualitas ikan asin manyung ( <i>Arius Sp</i> ) secara organoleptik dan mikrobiologi <i>Ima Wijayanti.....</i>	65 – 72
T1-10	Analisis proksimat dan tingkat kesukaan konsumen terhadap otak-otak dengan bahan baku ikan berbeda <i>Mutemainna Karim, Aryanti Susilowati, Asnidar.....</i>	73 – 82
T1-11	Pengaruh penambahan kolagen kulit ikan nila ( <i>Oreochromis Spp</i> ) terhadap karakteristik sabun cair <i>Nurhayati, Rosmawaty Peranginangin, dan Murniyati.....</i>	83 – 91
T1-12	Ekstraktibilitas protein ikan pelagis dan demersal selama penyimpanan dingin <i>D.A.N. Apituley, D. Soukotta, Yefibert sohe.....</i>	92 – 97

T1-13	Pengaruh penambahan tepung jagung terhadap mutu burger surimi ikan lele dumbo ( <i>Clarias Gariepinus</i> ) <i>Eka Saputra, N. Ira Sari dan Asna Maamoen</i> .....	98 – 105
T1-14	Efek limitasi nutrisi nitrogen dan fosfor mikroalga diatom: <i>Thalassiosira rotula</i> terhadap aktivitas fotosintesis menggunakan fluorometri pam (Pulse Amplitude Modulated) <i>Ragil Susilowati, Sébastien Lefebvre, Fabien Dufossé</i> .....	106 –115
T1-15	Pembuatan tablet effervescent dari alginat sebagai bahan aktif dengan metode kempa langsung <i>M. Darmawan, Dina Fransiska, Murdinah</i> .....	116-124
T1-16	Mutu karaginan murni ( <i>Refined carrageenan</i> ) hasil ekstraksi dari <i>Eucheuma cottoni</i> <i>Rosmawaty Peranginangin, Muhamad Darmawan, Ellya Sinurat dan Siti Nurmiah</i> .....	125-142
T1-17	Motor roda tiga dengan box berpendingin sebagai alat pendistribusian hasil perikanan <i>Endang Mindarwati dan Junaedi Abdillah</i> .....	143-149
T1-18	Perbedaan penambahan kadar viscera ikan manyung terhadap total n kecap ikan selama fermentasi <i>Laras Rianingsih, Y. S. Darmanto, Sumardianto, Apri Dwi Anggo</i> .....	150-155
T1-19	Peluang pengembangan produk olahan hasil laut di Kabupaten Maluku Tenggara <i>F. Rieuwpassa, Alfonsina M. Tapotubun, Th.E.A.A. Matruty</i> .....	156-164
T1-20	Sifat kimia dan sensori produk olahan bandeng cabut duri semi basah yang direndam dalam aneka bumbu <i>Th Dwi Suryaningrum dan Suryanti</i> .....	165-177
T1-21	Pengaruh penambahan mikroalga <i>Spirulina</i> Sp. terhadap nutrisi biskuit bayi (protein, betakaroten, antioksidan) <i>Margareta Mellisa Tjahjana, Alberta Rika Pratiwi, Laksmi Hartayanie</i> .....	178-185
T1-22	Kajian mutu konsentrat protein ikan patin ( <i>Pangasius sp</i> ) yang diolah dengan metode berbeda selama penyimpanan suhu kamar <i>Syahrul dan Dewita</i> .....	186-194
T1-23	Diversifikasi produk snack tortila dengan fortifikasi konsentrat protein ikan patin ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) dan aplikasinya pada anak balita <i>Dewita dan yahrul</i> .....	195-203

T1-24	Uji mutu hedonik formulasi produk makanan tradisional ilabulo berbahan baku ikan patin ( <i>Pangasius hypotalamus</i> ) <i>Rita Marsuci Harmain</i> .....	204-210
T1-25	Keberadaan bakteri <i>Salmonella</i> spp. pada ikan nila ( <i>Oreocromis niloticus</i> ) yang dipelihara di danau dan Sungai Tondano <i>Ovie Ningsih, Frans G. Ijong, S. Berhimpon</i> .....	211-219
<b>Tema 2: Manajemen Mutu dan Keamanan Pangan</b>		
T2-01	Keamanan dan mutu ikan asap khas daerah di Indonesia <i>Heru Sumaryanto, Rusky I. Pratama, Joko Santoso, Tjahja Muhandri, Tatty Yuniarti, dan Luthfi Assaad</i> .....	221-232
T2-02	Pengaruh asupan ikan tongkol ( <i>Euthynnus Affinis</i> ) asap terhadap kadar kolesterol total studi eksperimental pada tikus wistar ( <i>Rattus Norvegicus</i> ) dengan hiperkolesterolemia <i>Andika Luky Setio H., Fronthea Swastawati dan Rosa Lelyana</i> .....	233-238
<b>Tema 3: Bioteknologi Kelautan dan Perikanan</b>		
T3-01	Potensi dan aktivitas enzim proteolitik endoseluler <i>Spirulina platensis</i> <i>Alberta Rika Pratiwi, Laksmi Hartayanie, Krisnina Dita Novitasari</i> .....	239-244
T3-02	Identifikasi molekuler bakteri asam laktat penghasil bakteriosin pada terasi, peda dan petis sebagai bahan pengawet produk olahan ikan <i>Heru Pramono, Murwantoko dan Triyanto</i> .....	245-254
T3-03	komparasi kandungan biomassa dan biopigmen fikobiliprotein mikroalga <i>Spirulina platensis</i> (Cyanophyceae) dan <i>Porphyridium cruentum</i> (Rhodophyceae) <i>Ervia Yudiati, Reza H. Pranajaya, Fahd Abdul Jalil, dan M. Risky Santosa</i> .....	255-260
T3-04	Review rumput laut sebagai pengganti gelatin dalam industri cangkang kapsul <i>Maria Nooza A., M. Jusuf DJafar, Citra Kusumaning D, Aton Yulianto</i> .....	261-270
T3-05	Studi aktivitas penghambatan $\alpha$ -glukosidase fraksi-fraksi dari rumput laut cokelat ( <i>Sargassum Duplicatum</i> ) <i>Hardoko, Titri Siratantri, Stella Olivia</i> .....	271-281
T3-06	Peningkatan nilai ekonomi produk karaginan melalui proses depolimerisasi menggunakan hidrolisa enzimatis sebagai bahan baku produk biomedis <i>Aji Prasetyaningrum, Nita Aryanti, Dyah Hesti Wardhani</i> .....	282-292

#### **Tema 4: Pemasaran/Sosial Ekonomi Hasil Perikanan**

T4-01	Analisis tingkat hubungan dan kondisi sektor perikanan terhadap PDRB Kabupaten Maluku Tengah <i>Fildo de Lima, Aziz Nur Bambang, Jusup Suprijanto</i> .....	293-302
T4-02	Memfaatkan peluang bonus demografi dalam membangun ekonomi biru perikanan Indonesia <i>Azis Nur Bambang</i> .....	301-311
T4-03	Fungsi pelabuhan perikanan sebagai pendukung kegiatan usaha perikanan <i>Paundra Oktavian, Amiek Soemarmi, Soni Tri Julianto</i> .....	312-322
T4-04	Analisa kelayakan finansial industri surimi terkemas <i>Fathiah Ulfah, Muh. Tamrin, Renny Primasari G.P., Harianto</i> .....	323-329
T4-05	Analisis finansial dan pemasaran produk siomay ikan (studi kasus cv. Bening Jati Anugrah, Parung, Jawa Barat) <i>Aef Permadi, Siti Zachro Nurbani, dan Nanda Lailatul Firman</i> .....	330-339
<b>Poster</b>		
PS-01	Mikroflora rusip dari Bangka <i>Arifah Kusmarwati, Ninoek Indriati, Irma Hermana</i> .....	339-350
PS-02	Kajian mutu produk aneka olahan rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> <i>Murdinah</i> .....	351-361
PS-03	Identifikasi alga berbahaya penyebab HAB di perairan Teluk Jepara <i>Novalia Rachmawati dan Radestya Triwibowo</i> .....	362-368
PS-04	Kajian senyawa bioaktif ekstrak gonad bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) dengan pelarut berbeda <i>Handito Aji Prastyo, Widodo Farid Ma'ruf, Ima Wijayanti</i> .....	369-378
PS-05	Penggunaan arang aktif dan celite sebagai adsorben pada pemurnian minyak ikan lemuru ( <i>Sardinella longiceps</i> ) <i>Ajeng Kurniasari Putri dan Jovita Tri Murtini</i> .....	379-386
PS-06	Analisis kesesuaian mutu ikan panggang di Kota Semarang dengan standar mutu SNI <i>Fronthea Swastawati, Ambariyanto, Denny Nugroho Sugianto</i> .....	387-392
PS-07	Potensi mikroalga <i>Porphyridium cruentum</i> (Rhodophyceae) sebagai bioremediasi logam berat Cu pada perairan <i>Reza Hafiz Pranajaya, Ali Djunaedi, Ervia Yudiati</i> .....	393-400

PS-08	Sifat fisiko kimia kappa-karaginan dari <i>Euchema cottonii</i> dengan metode presipitasi menggunakan IPA ( Isopropil alcohol) <i>Fera Roswita Dewi dan Th Dwi Suryaningrum.....</i>	401-410
PS-09	Pengaruh perbedaan konsentrasi Liquid smoke terhadap jumlah koloni bakteri dan <i>Escherichia coli</i> ikan siro ( <i>Sardinella sirm</i> ) asap pada penyimpanan dingin <i>Dwi Yanuar Budi Prasetyo, Fronthea Swastawati, Sumardianto.....</i>	411-418
PS-10	Peningkatan pendapatan ekonomi masyarakat nelayan pembudidaya rumput laut di Kabupaten Seram Bagian Barat, Maluku <i>Ivonne R.G. Kaya, Sahala Hutabarat, Ign Boedi Hendrarto.....</i>	419-428
<b>INDEKS PEMAKALAH .....</b>		429
<b>DAFTAR PESERTA SEMINAR .....</b>		431

## MODEL PERSAMAAN DAN ENERGI AKTIFASI PADA PROSES PELUNAKAN TULANG IKAN BANDENG (*Chanos chanos sp*)

*Apri Dwi Anggo<sup>1</sup>, Suparmo<sup>2</sup>, Chusnul Hidayat<sup>2</sup>*

1. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof H Soedharto SH, Tembalang, Semarang.50275. Telp/Fax: (024)7474698
2. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta 55281. Telp/Fax: (0274)544716/589797  
*Alamat korespondensi: apri\_anggo@yahoo.com*

### ABSTRAK

Energi aktifasi dapat dijadikan sebagai parameter untuk menentukan kecepatan reaksi suatu proses, dalam hal ini adalah kecepatan pelunakan tulang ikan bandeng. Pengetahuan ini bisa digunakan untuk merancang tingkat kelunakan tulang dari bandeng duri lunak yang diinginkan. Tujuan utama penelitian ini adalah memodelkan perubahan fenomena kelunakan tulang menggunakan persamaan Arrhenius serta menentukan nilai energi aktifasi pada pelunakan tulang ikan bandeng pada tulang bagian perut, bagian badan dan bagian ekor. Bandeng yang digunakan berukuran 200-250 gram/ekor. Tulang ikan bandeng dimasak dalam autoclave yang dilengkapi dengan seperangkat alat pengukur suhu. Metode yang digunakan adalah melakukan kombinasi waktu dan suhu pemasakan serta menggunakan model persamaan Arrhenius. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai energi aktifasi setiap bagian tulang ikan berbeda-beda. Energi aktifasi pada tulang bagian bagian perut adalah 102,45 kJ/mol.K, pada bagian badan 120,77 kJ/mol.K dan pada bagian ekor 107,16 kJ/mol.K. Persamaan laju kelunakan tulang ikan bandeng pada bagian perut adalah  $K = 1.78 \times 10^{12} \cdot \exp(-102.45/RT)$ , bagian badan adalah  $K = 4.02 \times 10^{14} \cdot \exp(-120.77/RT)$  serta bagian ekor adalah  $K = 6.61 \times 10^{12} \cdot \exp(-107.16/RT)$ . Dari model persamaan yang diperoleh, menunjukkan bahwa tulang bagian badan membutuhkan waktu pelunakan paling lambat dibandingkan dengan tulang bagian ekor dan bagian perut.

**Kata kunci :** energi aktifasi, bandeng, kelunakan tulang, suhu, waktu.

### PENDAHULUAN

Bandeng duri lunak adalah salah satu makanan khas yang berasal dari Indonesia dengan cita rasa yang enak dan kaya nutrisi. Permasalahan yang sering dijumpai pada ikan bandeng adalah banyaknya duri kecil yang tersebar diseluruh bagian daging ikan sehingga mengganggu pada saat dikonsumsi. Salah satu cara mengatasi banyaknya tulang-tulang duri adalah diolah menjadi produk diversifikasi bandeng duri lunak (Arifudin, 1991). Konsumen menginginkan semua tulang dari kepala, perut, badan dan ekor ikan bandeng sudah lunak semua ketika dikonsumsi. Tekstur tulang bandeng dikatakan lunak apabila telah tercapai kemudahan untuk mendapatkan titik pecahnya (*rupture point*). Jamaluddin (1998), pernah menyatakan bahwa tulang bandeng dikatakan lunak (rapuh) setelah panelis organoleptik memberikan nilai 6.3 yang setara dengan  $F_{max} = 15.5$  N setelah dimasak pada suhu 120°C selama 1800 detik atau dimasak pada suhu 125°C selama 1200 detik dengan nilai organoleptik 6.4 atau setara dengan  $F_{max} = 12$  N.

Di lapangan banyak ditemui metode pemasakan bandeng duri lunak yang berbeda-beda. Bandeng duri lunak ada yang dimasak selama 1 jam (Arifudin,

1991; Yusuf *et al*, 1990), dimasak 1.5-2 jam bahkan secara tradisional dimasak selama 6-7 jam (Purnomowati, 2006) dengan suhu pemasakan yang juga berbeda-beda. Tentunya perbedaan metode ini akan menyebabkan kualitas kelunakan tulang akhir yang berbeda-beda. Permasalahan yang lain adalah belum terukurnya tingkat kelunakan tulang yang diinginkan. Oleh karena itu, tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh suhu dan waktu pemasakan terhadap pelunakan tulang ikan bandeng, mencari energi aktivasi serta memodelkan fenomena perubahan kelunakan tulang tersebut menggunakan metode arhennius pada setiap bagian tulang ikan yang berbeda yaitu tulang perut, badan dan ekor.

## MATERI DAN METODE

Bahan baku penelitian yang digunakan adalah ikan bandeng dengan panjang antara 25-30 cm/ekor dan berat antara 200-250 g/ekor. Bahan baku diperoleh dari distributor ikan bandeng di Semarang, Indonesia dalam keadaan segar. Selama menunggu proses, ikan disimpan dalam keadaan dingin dengan suhu  $-4^{\circ}\text{C}$ . Sampel yang digunakan adalah tulang ikan bandeng pada bagian perut, badan dan ekor. Tulang ikan diambil setelah ikan bandeng difillet, dipisahkan antara daging dan tulangnya kemudian tulang ikan dicuci bersih. Sebagai kontrol rendahnya kekerasan tulang digunakan bandeng duri lunak komersial yang ada dipasaran Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

### Pengambilan data parameter kinetika laju pelunakan tulang

Kinetika adalah perlakuan parameter bahan akibat perlakuan taraf suhu terhadap fungsi waktu. Dalam penelitian ini bisa diartikan teori kinetika tentang degradasi kekerasan tulang ikan. Penelitian dilakukan dengan membuat variasi suhu dan waktu pemasakan seperti dalam Tabel 1. Pemasakan dilakukan menggunakan vertikal autoclave *Portable high steam pressure disinfecter*, standart mark: WS2-84-73. No: 233, code name: YWX. G01.280, made in China dan suhu diatur menggunakan Thermostat merk Camsco. Data suhu dikutip dengan Data Logger, General purpose thermo, merk Omega, Transglobal, Signal conditioner design for TC 1000 IOMEGA dihubungkan dengan computer dengan *software* Microsoft excel.

Tabel 1. Variasi suhu sampel dan waktu pemanasan pada penentuan parameter kinetika kelunakan tulang

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Waktu pemasakan (menit)						
80	0	35	70	105	140	175	210
90	0	30	60	90	120	150	180
100	0	25	50	75	100	125	150
110	0	15	35	55	75	95	115
120	0	5	20	35	50	65	80

Prosedur diawali dengan mengukur indeks kekerasan tulang awal yang diambil dari bandeng segar. Memasang *probe* suhu pada bagian tengah sampel kemudian menempatkan sampel dalam autoclave dan dimasak. Suhu autoclave dan suhu sampel diukur setiap 1 menit. Setelah waktu pemasakan dianggap cukup, sejumlah sampel diambil. Sampel kemudian didinginkan pada suhu kamar

sampai suhu dibawah 50°C. Kekerasan tulang sampel kemudian diukur. Data yang diperoleh ditabulasikan untuk dianalisis lebih lanjut.

### **Pengukuran kekerasan tulang ikan**

Kekerasan tulang diukur secara obyektif dengan peralatan *Universal Testing Machine* (UTM) merk: Zwick/ZO.5, Basicline Table-top Test Machine, tipe: DO-FBO.5TS. Nilai gaya maksimum ( $F_{max}$ ) dari hasil uji UTM, mewakili gaya tekan maksimum untuk mendapatkan titik pecah (*rupture point*) tulang merupakan faktor utama pada penggambaran sifat rheologi kekerasan tulang ikan. Untuk uji ini minimal dilakukan tiga ulangan sampel. Hasil pengujian berupa nilai  $F_{max}$  selanjutnya digunakan dalam analisa dan perhitungan.

### **Analisis data**

Data yang diperoleh ditabulasi untuk dianalisis guna mencari energi aktivasi serta faktor frekuensi untuk menentukan laju perubahan kelunakan tulang ikan bandeng. Analisis data mengacu pada metode dari Giannakourou dan Taoukis (2006). Konstanta laju perubahan kekerasan tulang ditentukan berdasarkan persamaan kinetika dengan metode Arrhenius dan dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Regresi dilakukan dengan komputer menggunakan program Microsoft Excel.

Energi aktivasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan model persamaan yang dihasilkan. Lama waktu pemasakan ditentukan dari besarnya unit kekerasan tulang pada orde pertama yang diperoleh dari  $\ln C_0$  dikurangi  $\ln C_n$  (batas kritis tulang lunak) dibagi dengan besarnya nilai  $k_{pred} \cdot C_{n-prediksi}$  per satuan waktu ditentukan untuk mengetahui kekerasan tulang setelah diberikan pemanasan sampai waktu tertentu.

Nilai  $k$  merupakan konstanta laju perubahan kekerasan tulang dan dapat ditentukan dengan membuat plot hubungan antara  $\ln(C/Co)$  dan waktu ( $t$ ) pada grafik Cartesius. Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap konstanta laju perubahan kekerasan tulang ( $k$ ), digunakan persamaan Arrhenius

$k = A.e^{\frac{AE}{RT}}$  dimana  $A$  dapat disubstitusi menjadi  $k = k_0.e^{\frac{AE}{RT}}$  atau bisa dirubah

kedalam bentuk logaritma natural menjadi  $\ln k = \ln k_0 - \frac{AE}{R} \cdot \frac{1}{T}$  dan dari persamaan

ini bisa diterapkan dalam persamaan linear.

Dari beberapa nilai  $k$  pada beberapa suhu tertentu, dapat digambarkan grafik hubungan nilai  $k$  dengan suhu. Regresi linear  $\ln k$  vs  $1/T$  akan memberikan kurva garis lurus bagi persamaan Arrhenius. Dari persamaan tersebut akan diperoleh slope yang merupakan nilai  $AE/R$  sehingga  $AE$  dapat ditentukan, sedangkan nilai  $\ln k$  pada saat  $1/T = 0$  maka akan mempunyai harga sama dengan  $\ln k_0$ .  $R$  adalah konstanta gas, sebesar  $8.314.10^{-3}$  kJ/mol.K (Giannakourou dan Taoukis, 2006).

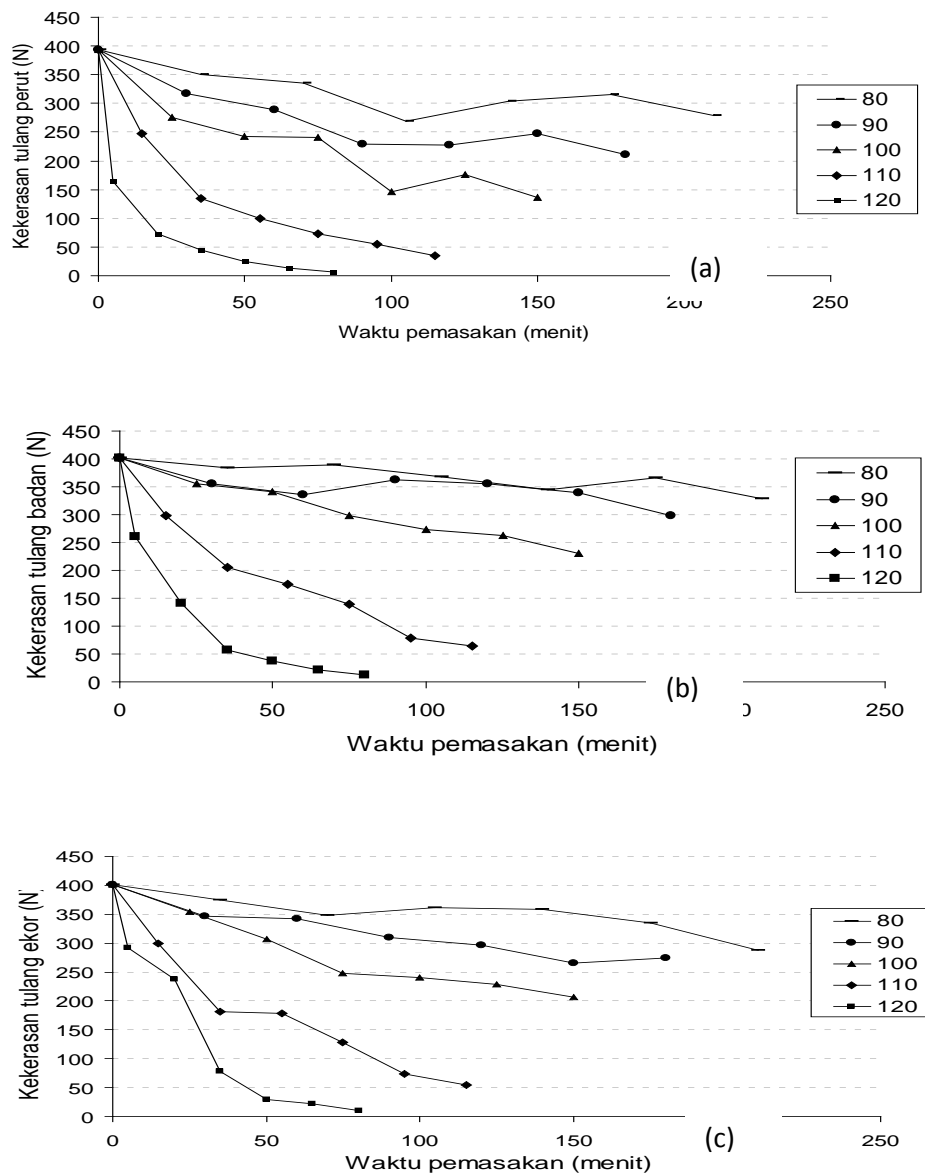
## Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Proses, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta selama 4 bulan dari bulan November 2009 sampai Februari 2010.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil uji kekerasan tulang tulang ikan

Grafik penurunan nilai kekerasan tulang ikan hasil percobaan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Penurunan nilai kekerasan tulang ikan dari hasil pemasakan pada variasi suhu dan waktu percobaan. a) Tulang bagian perut, b) Tulang bagian badan, dan c) tulang bagian ekor.

Proses pelunakan pada tulang ikan, disebabkan karena tulang ikan merupakan jaringan pengikat (penopang yang komponen utamanya adalah calcium phosphate (58.3%) dan calcium carbonate (7%)), dengan adanya pengaruh pemasakan pada suhu dan tekanan tinggi mengakibatkan ikatan pada matriks tulang tersebut menjadi rusak sehingga tulang yang tadinya bersifat keras akan menjadi rapuh (Zaitzev *et al.*, 1969; Mayer, 1973). Mayer, (1973) juga menjelaskan bahwa tulang mempunyai sifat seperti kolagen yaitu dengan pemanasan yang tinggi, akan berubah menjadi gelatin yang sifatnya larut dalam air.

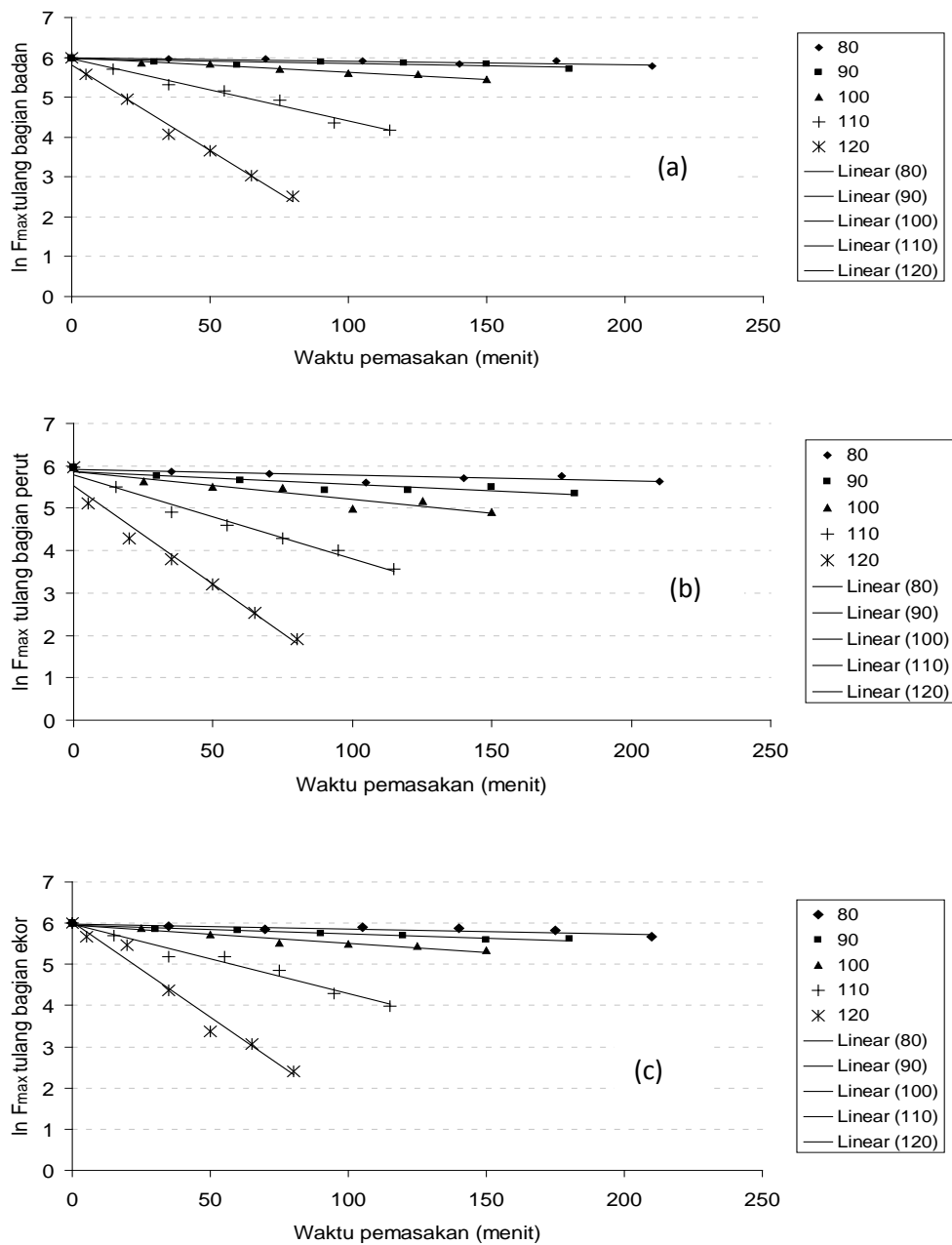
Semakin besar nilai  $F_{max}$  maka gaya yang diperlukan semakin besar juga, yang berarti bahwa tingkat kekerasannya juga makin tinggi. Gambar 1 (a-c) menunjukkan nilai  $F_{max}$  pada  $T_0$  adalah seragam karena sampel berupa bahan mentah tanpa ada perlakuan. Setelah dimasak, terlihat bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemasakan maka nilai  $F_{max}$  semakin kecil. Pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ , penurunan nilai  $F_{max}$  terjadi paling lambat, begitu juga pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$ , penurunan terjadi sangat lambat. Pada kedua suhu tersebut dinilai masih terlalu rendah dan belum banyak berpengaruh terhadap degradasi kekerasan tulang sehingga pada saat  $t_n$ , nilai  $F_{max}$  masih lumayan tinggi atau masih keras. Alasan ini mengacu pada penelitian Jamaluddin (1998), yang menyatakan bahwa energi panas yang diberikan melalui pemanasan kemungkinan belum cukup untuk mendenaturasi dan menghidrolisa protein menjadi molekul-molekul yang lebih pendek. Alasan lain adalah pada kedua suhu tersebut terlihat belum mampu meningkatkan tekanan dalam autoclave.

Penurunan paling cepat terjadi pada perlakuan suhu  $120^{\circ}\text{C}$  terlihat dari grafik penurunan yang sangat tajam dibandingkan perlakuan suhu yang lain. Sampai akhir perlakuan selama 80 menit pemasakan, tingkat kekerasan tulang paling rendah adalah bagian perut sebesar 6.79 N, kemudian bagian ekor 11.03 N, bagian badan 12.50 N.

Dari *trend* kecepatan penurunan nilai kekerasan, terlihat bahwa bagian perut mempunyai kecepatan pelunakan paling cepat, kemudian bagian ekor dan terakhir adalah bagian badan. Adanya perbedaan nilai  $F_{max}$  tiap bagian tulang ikan ini karena pada dasarnya tiap bagian ikan mempunyai bentuk dan komposisi yang sangat heterogen. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian pada bagian-bagian ikan yang berbeda untuk melihat parameter tertentu. Larsen *et al* (2007) pernah mempelajari kehilangan taurine, creatine, glycine dan alanine pada bagian-bagian yang berbeda dari daging fillet ikan cod yang dimasak. Ayala *et al.* (2005) mempelajari tentang perubahan struktur dan ultrastruktural bagian-bagian daging ikan *sea bass (Dicentrarchus labrax L.)* setelah pembekuan dan pemasakan, sedangkan Byun *et al* (2010), juga pernah mempelajari tentang perbandingan kualitas dan stabilitas penyimpanan dari bagian-bagian daging ikan salmon yang dikemas dalam kemasan *retort pouch*.

### **Perhitungan kekerasan tulang ikan**

Karena berlangsung pada orde pertama maka nilai  $F_{max}$  perlu dirubah terlebih dahulu ke dalam bentuk logaritma natural (ln). Grafik  $\ln F_{max}$  versus waktu tiap bagian tulang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik  $\ln F_{\max}$  tulang bagian perut, badan dan ekor sebagai fungsi dari waktu. a) Tulang bagian perut. b) Tulang bagian badan. c) Tulang bagian ekor.

Data-data pada Gambar 2 perlu dicari persamaannya linearnya untuk mencari nilai konstanta laju ( $k$ ) penurunan kekerasan tulangnya. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pemasakan maka nilai  $k$  juga mengalami peningkatan. Nilai  $k$  menjelaskan pengaruh faktor variasi suhu dan lama pemasakan terhadap perubahan kekerasan tulang ikan bandeng selama pemasakan. Makin besar nilai  $k$ , maka reaksi akan berlangsung makin cepat.

Tabel 3. Persamaan linear dari grafik  $\ln F_{\max}$  sebagai fungsi waktu pada setiap bagian tulang ikan.

Bagian tulang	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Persamaan	$R^2$	K
Perut	80	$\ln F_{\max} = -0.0014t + 5.9083$	0.6086	0.0014
	90	$\ln F_{\max} = -0.0031t + 5.8697$	0.6304	0.0031
	100	$\ln F_{\max} = -0.0066t + 5.8695$	0.8819	0.0066
	110	$\ln F_{\max} = -0.0199t + 5.7974$	0.9775	0.0199
	120	$\ln F_{\max} = -0.0464t + 5.5227$	0.9706	0.0464
Badan	80	$\ln F_{\max} = -0.0008t + 5.9958$	0.7995	0.0008
	90	$\ln F_{\max} = -0.0011t + 5.9514$	0.6304	0.0011
	100	$\ln F_{\max} = -0.0035t + 5.9821$	0.9875	0.0035
	110	$\ln F_{\max} = -0.0157t + 5.9653$	0.9823	0.0157
	120	$\ln F_{\max} = -0.0427t + 5.8085$	0.9882	0.0427
Ekor	80	$\ln F_{\max} = -0.0012t + 5.9873$	0.776	0.0012
	90	$\ln F_{\max} = -0.0021t + 5.9512$	0.9293	0.0021
	100	$\ln F_{\max} = -0.0044t + 5.9535$	0.9514	0.0044
	110	$\ln F_{\max} = -0.0168t + 5.9684$	0.9726	0.0168
	120	$\ln F_{\max} = -0.0464t + 6.0271$	0.9773	0.0464

Adapun rata-rata hasil uji kekerasan tulang bandeng duri lunak komersial sebagai pembanding dan penentu batas kritis kekerasan tulang akhir seperti terdapat pada tabel dibawah ini.

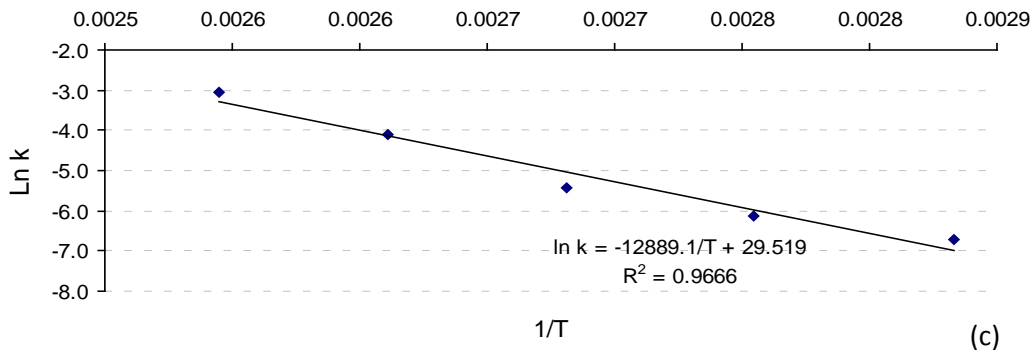
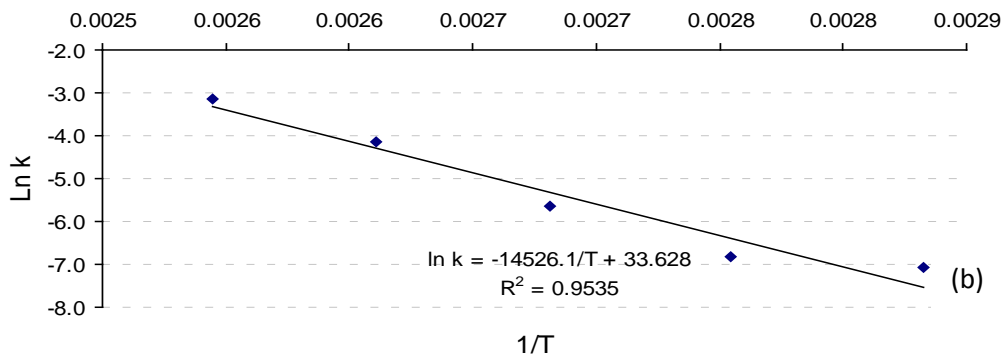
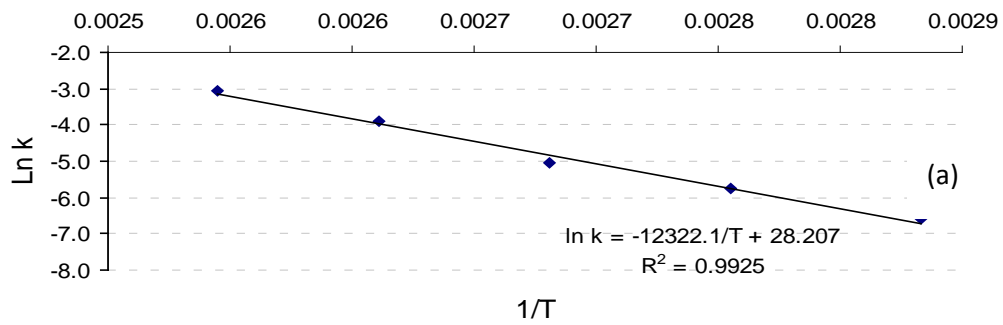
Tabel 4. Rata-rata nilai kekerasan tulang bandeng duri lunak komersial BD sebagai pembanding dan batas kritis kekerasan tulang akhir.

Tulang bagian	Tingkat kekerasan tulang (N)
Perut	4.31
Badan	4.80
Ekor	8.82

### Permodelan kinetika untuk memprediksi $E_a$ dan $k$

Penerapan model kinetika dilakukan untuk menentukan harga  $E_a$  dan faktor frekuensi ( $k_0$ ). Data pada Tabel 3 perlu dibuat dalam bentuk grafik  $\ln k$  versus kebalikan suhu absolut ( $1/T$ ) seperti pada Gambar 3.

Dari persamaan linear yang diperoleh, kemudian dimasukkan pada persamaan Arrhenius untuk mendapatkan harga energi aktivasi dan faktor frekuensi. Energi aktivasi merupakan fungsi suhu ( $T$ ) dan konstanta laju perubahan reaksi ( $k$ ) (Rahayoe *et al*, 2009). Besarnya  $E_a$  dan faktor frekuensinya pada proses pelunakan tulang ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 5



Gambar 3. Nilai  $\ln k$  sebagai fungsi dari kebalikan suhu absolut ( $1/T$ ). a) Tulang bagian perut, b) Tulang bagian badan, dan c) Tulang bagian ekor.

Tabel 5.  $E_a$  dan faktor frekuensi pada proses pelunakan tulang ikan bandeng.

Bagian tulang	$E_a$ (kJ/mol.K)	Faktor frekuensi (1/mnt)
Perut	102.45	$1.78 \times 10^{12}$
Badan	120.77	$4.02 \times 10^{14}$
Ekor	107.16	$6.61 \times 10^{12}$

Tabel 6. Konstanta kelunakan tulang ikan bandeng sebagai fungsi suhu hasil perhitungan.

Tulang bagian-	Persamaan
Perut	$K = 1.78 \times 10^{12} \cdot \exp(-102.45/RT)$
Badan	$K = 4.02 \times 10^{14} \cdot \exp(-120.77/RT)$
Ekor	$K = 6.61 \times 10^{12} \cdot \exp(-107.16/RT)$

Berdasarkan data Tabel 5 dapat dibuat persamaan untuk mencari konstanta pelunakan tulang. Tabel 5 menunjukkan bahwa energi aktivasi dan faktor frekuensi terbesar adalah pada bagian badan. Besarnya  $E_a$  dapat dijadikan sebagai parameter untuk menentukan kecepatan reaksi suatu proses dalam hal ini adalah kecepatan pelunakan tulang ikan bandeng, sedangkan nilai konstanta faktor frekuensi yang menggambarkan jumlah frekuensi tumbukan antar molekul-molekul selama pemasakan dan cenderung mengikuti pola perubahan nilai  $E_a$ . Faktor frekuensi akan mengalami kenaikan seiring dengan naiknya nilai  $E_a$  dan begitu juga sebaliknya. Kisaran nilai  $E_a$  yang dihasilkan pada Tabel 5 sesuai dengan kisaran  $E_a$  yang diberikan oleh Villota dan Hawkes (2007) yang menyatakan bahwa  $E_a$  untuk denaturasi protein adalah berkisar antara 80-120 kcal/mole.

Semakin kecil nilai  $E_a$  maka semakin cepat reaksi berlangsung begitu juga sebaliknya semakin besar  $E_a$  maka kecepatan reaksi akan semakin lambat. Dari pengertian tersebut, berarti bahwa tulang bagian badan adalah bagian yang mempunyai kecepatan pelunakan paling lambat dibandingkan dengan bagian perut dan bagian ekor pada kondisi pemasakan yang sama.

#### Prediksi lama waktu pemasakan

$K_{prediksi}$  setiap interval suhu (dalam derajat Kelvin) diperoleh dari persamaan pada Tabel 6. Lama waktu pemasakan ditentukan dari besarnya unit kekerasan tulang pada orde pertama yang diperoleh dari  $\ln C_0$  dikurangi  $\ln$  batas kritis kekerasan tulang dibagi dengan besarnya nilai  $K_{prediksi}$  pada suhu tertentu. Hal ini untuk mendapatkan batasan akhir kekerasan tulang bandeng sesuai dengan kekerasan tulang bandeng duri lunak pembanding. Hasil perhitungan unit kekerasan tulang pada bagian perut, badan dan ekor pada orde pertama seperti terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai unit kekerasan setiap bagian tulang pada orde pertama.

Bagian	Unit kekerasan tulang pada orde pertama ( $\ln C_0 - \ln C_n$ )
Perut	4.52
Badan	4.43
Ekor	3.82

Tabel 8. Hasil perhitungan  $K_{prediksi}$  dan prediksi lama pemasakan untuk setiap bagian tulang pada berbagai suhu.

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	$K_{prediksi}$			Prediksi lama pemasakan (menit)		
	Perut	Badan	Ekor	Perut	Badan	Ekor
80	0.001	0.001	0.001	3669.80	8182.42	4160.67
90	0.003	0.002	0.003	1402.84	2633.66	1521.69
100	0.008	0.005	0.007	564.64	900.82	587.37
110	0.019	0.014	0.016	238.32	325.87	238.28
115	0.029	0.022	0.025	157.44	199.89	154.44
120	0.043	0.036	0.038	105.11	124.14	101.21
121	0.047	0.039	0.041	97.07	113.03	93.12
125	0.064	0.057	0.057	70.89	78.03	67.03

Data pada Tabel 8, menunjukkan bahwa nilai  $K_{\text{prediksi}}$  mengalami peningkatan dengan semakin meningkatnya suhu pemasakan pada semua bagian tulang ikan. Hal ini berkebalikan dengan lamanya waktu pemasakan dimana semakin tinggi suhu pemasakan maka waktu yang dibutuhkan semakin cepat.

Dari setiap suhu pemasakan terlihat bahwa nilai  $K_{\text{prediksi}}$  paling tinggi adalah bagian perut, kemudian tulang bagian ekor dan paling rendah adalah bagian badan, sedangkan kebutuhan waktu terlama untuk pemasakan adalah pada tulang bagian badan. Hal ini dapat dimengerti karena selain dimensinya yang paling besar, bagian badan membutuhkan energi aktivasi yang paling besar pula.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah variasi suhu dan lama waktu pemasakan berpengaruh nyata terhadap penurunan kekerasan tulang ikan bandeng terutama pada suhu tinggi ( $\geq 100^{\circ}\text{C}$ ). Pada kisaran suhu rendah ( $< 100^{\circ}\text{C}$ ) tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kelunakan tulang ikan. Semakin tinggi suhu maka penurunan kelunakan tulang semakin cepat.

Energi aktivasi pada tulang bagian bagian perut adalah 102,45 kJ/mol.K, pada bagian badan 120,77 kJ/mol.K dan pada bagian ekor 107,16 kJ/mol.K. Model persamaan laju kelunakan tulang ikan bandeng pada bagian perut adalah  $k = 1.78 \times 10^{12} \cdot \exp(-102.45/RT)$ , bagian badan adalah  $k = 4.02 \times 10^{14} \cdot \exp(-120.77/RT)$  serta bagian ekor adalah  $k = 6.61 \times 10^{12} \cdot \exp(-107.16/RT)$ .

Tulang bagian perut membutuhkan waktu pemasakan paling cepat serta mempunyai kecepatan pelunakan paling juga paling cepat, urutan kedua adalah tulang bagian ekor, sedangkan waktu serta kelunakan paling lambat terjadi pada tulang bagian badan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifudin, 1991. Bandeng Presto. Kumpulan Hasil Penelitian Teknologi Pasca Panen Perikanan. Balai Penelitian Teknologi Perikanan. Jakarta.
- Ayala M D, Albors O L, Blancob, Alcazar A G, Abellan E, Zarzosaa G R, Gil F. 2005. Structural and Ultrastructural Changes on Muscle Tissue of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) after Cooking and Freezing. Aquaculture 250 (2005) 215– 231.
- Byun Y, Bae H J, Cooksey K, Whiteside S. 2010. Comparison of The Quality and Storage Quality of Salmon Packaged in Various Retort Pouch. LWT-Food Science and Technology. 43 (2010) 551-555.
- Giannakourou M C and Taoukis S P. 2006. Reaction Kinetics. Handbook of Food and Bioprocess Modelling Tecniques. Taylor and Francis Groups. LLC. 235-263.

- Jamaluddin. 1998. Pelunakan Tulang Ikan selama dalam Pemasakan. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Thesis (tidak dipublikasikan).
- Larsen R, Stormo S K, Dragnes B T, Elvevoll E O. 2007. Losses of Taurine, Creatine, Glycine and Alanine from Cod (*Gadus morhua* L.) Fillet during Processing. *Journal of Food Composition and Analysis* 20.(2007) 396–402.
- Mayer L H. 1973. *Foods Chemistry*. Department of Chemistry. Western Michigan.
- Purnomowati I. 2006. *Bandeng Duri Lunak*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rahayoe S, Rahardjo B, Wahid A. 2009. Model Kinetika Perubahan Sifat Mekanis Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Selama Pemasakan Bertekanan (*Puffing*) dan Pengovenan. Makalah Bidang Teknik Produk Pertanian. Peran Teknik Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Berbasis Bahan Baku Lokal. Seminar Nasional dan Gelar Teknologi PERTETA, Mataram 8 – 9 Agustus 2009. ISSN 2081-7152
- Villota R dan Hawkes J G. 2007. *Reaction Kinetics in Food Systems*. Handbook of Food engineering. Edited by Heldman D R and Lund D B. Second edition. CRC press. Taylor and Francis Group. Boca Raton. London. Newyork.
- Yusuf I B L, Sutanto, Ustadi, Rosich A, Azis P, Supardjo S D. 1990. Pelunakan Duri Berbagai Jenis Ikan Olahan. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Zaitzev V, Kizevetter, Lagunov L, Makarofa T, Minder L, and Podsevalov P. 1969. *Fish Curing and Processing*. Translation form in English By A. De Merindol. Mir Publisher. Moscow