

**UJI PERFORMANSI PROTOTIPE INSTRUMEN ELEKTRONIK
BERBASIS TAHANAN LISTRIK SEBAGAI ALAT PENGUKUR
KESEGERAN IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*)**

Oleh :

STEVEN GLENN TUNAS

C03496022

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2001

PERJUANGAN TADA MENGENAL KATA AKHIR I

"CHE GUEVARA"

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI
UNTUK ORANG-ORANG
YANG KUCINTAI

RINGKASAN

STEVEN G. TUNAS. CO3496022. Uji Performansi Prototipe Instrumen Elektronik Berbasis Tahanan Listrik Sebagai Alat Pengukur Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) (Dibawah Bimbingan BUSTAMI IBRAHIM, ANNA C. ERUNGAN dan I DEWA MADE SUBRATA)

Keberhasilan kegiatan ekspor produk-produk perikanan oleh industri sangat membutuhkan teknologi yang tepat dalam hal penanganan produk mulai dari penangkapan, penanganan di kapal, pendaratan di pelabuhan, penanganan di perusahaan, pengemasan sampai pada pengiriman ke negara tujuan ekspor.

Peranan riset dan teknologi dalam mengembangkan industri perikanan dapat diaplikasikan melalui berbagai cara. Salah satunya adalah pengembangan cara pemeriksaan mutu bahan baku ikan segar secara obyektif, cepat, dan murah dengan menggunakan instrumen tertentu yang dapat mendeteksi / mengukur tingkat kesegaran ikan.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu instrumen elektronik yang dapat mengukur / mendeteksi tingkat kesegaran ikan secara cepat dan obyektif melalui pengukuran nilai tahanan listrik dan pengaruh tingkat kesegarannya terhadap kemunduran mutu ikan tongkol (*Euthynnus affinis*).

Penelitian ini meliputi dua bagian utama yaitu perancangan instrumen dan analisis kimiawi. Perancangan instrumen dilakukan secara bertahap yaitu perancangan pengukur tahanan listrik (ohmmeter) sederhana, perancangan pengukur tahanan listrik dengan penguat, perancangan catu daya yang dibutuhkan, perancangan pengatur skala sesuai kebutuhan, perancangan peraga (panel display) dan sensor, kemudian dilanjutkan dengan kalibrasi panel meter. Setelah itu dilakukan perancangan kotak penutup instrumen.

Pengujian kimiawi ikan tongkol dilakukan untuk mengetahui nilai kesegaran ikan tongkol melalui analisis nilai Total Volatil Basa (TVB) dan nilai kadar air. Selain itu dilakukan uji organoleptik, dan kelembaban udara ruang untuk mendukung analisis nilai TVB dan kadar air.

Prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) berdasarkan tahanan listrik berhasil dirancang dengan jangkauan ukur sebesar 0 – 30 K Ω dalam enam skala ukur yaitu 0 – 5 K Ω , 5 – 10 K Ω , 10 – 15 K Ω , 15 – 20 K Ω , 20 – 25 K Ω , dan 25 – 30 K Ω . Perpindahan skala ukur dilakukan dengan memutar switch pengatur skala. Prototipe IPKI hasil rancangan terdiri dari lima unit fungsional yaitu : Unit Pencatu Daya, Unit Penguat, Unit Pengatur Skala, Unit Sensor, dan Unit Peraga.

Hasil pengukuran nilai tahanan listrik ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) didapat nilai yang terus mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan pada suhu ruang. Nilai tahanan listrik sebesar 3,80 K Ω pada 0 jam terus meningkat sampai 13,10 K Ω pada jam ke-14. Peningkatan nilai tahanan listrik disebabkan oleh semakin inenurunnya kadar air ikan selama penyimpanan pada suhu ruang dan diduga juga dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang terbentuk pada proses pembusukan ikan.

Nilai TVB daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) juga selalu mengalami peningkatan selama proses pembusukan terjadi dengan nilai terendah pada 0 jam sebesar 23,26 mg N/100g sampel sampai 36,74 mg N/100 g sampel pada jam ke-14. Batas ikan masih dapat dikonsumsi sampai pada jam ke-10 dengan nilai TVB 30,02 mg N/100 g sampel.

Berdasarkan analisis regresi, hubungan antara tahanan listrik dengan TVB mengikuti persamaan regresi linier sederhana $Y = 1,3542 X + 17,97$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9715; yang berarti keduanya memiliki keeratan hubungan yang besar.

Nilai kadar air ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) mengalami penurunan selama waktu penyimpanan pada suhu ruang. Kadar air pada awal pengukuran (0 jam) sebesar 75,52 % terus menurun sampai 68,31 % saat pengukuran 14 jam kemudian. Penurunan ini erat kaitannya dengan kelembaban udara ruang yang juga terus turun selama penyimpanan. Selain tentunya suhu ruang pada kisaran 27 – 31 $^{\circ}\text{C}$ mendorong terjadinya penguapan dan penurunan kadar air.

Hubungan antara kadar air dengan tahanan listrik dijelaskan melalui analisis regresi dengan persamaan $Y = -0,7218 X + 78,073$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9837; yang berarti hubungan keduanya sangat erat.

Hasil uji organoleptik terhadap 15 panelis didapatkan nilai rata-rata yang selalu turun setiap kali pengamatan, yaitu dari 7,45 pada 0 jam terus turun sampai 4,45 pada penyimpanan 14 jam. Hasil ini sangat mendukung analisis TVB, dimana batas penerimaan ikan sampai pada jam ke-10 (TVB=30,02 mg N/100g dan organoleptik=5,70).

Uji coba penggunaan Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) mendapatkan hasil yang cukup memuaskan, dimana nilai tahanan listrik yang terukur terus mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan nilai Total Volatil Basa (TVB), yang berarti semakin busuk ikan semakin besar tahanan listriknya.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) tidak dapat dikonsumsi setelah 10 jam penyimpanan pada suhu ruang. Nilai tahanan listrik pada penyimpanan 10 jam sebesar 9,60 K Ω yang berarti ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) tidak dapat dikonsumsi bila tahanan listriknya >9,60 K Ω .

Dari hasil penelitian ini disarankan penelitian lebih lanjut dengan Prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) terhadap jenis-jenis ikan lainnya baik ikan pelagis maupun demersal. Selain itu dilakukan penelitian terhadap kandungan apa saja dalam tubuh ikan yang menyebabkan daging ikan dapat bersifat sebagai penahan arus listrik.

SKRIPSI

Judul : Uji Performansi Prototipe Instrumen Elektronik
Berbasis Tahanan Listrik Sebagai Alat Pengukur
Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

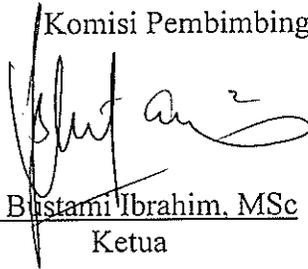
Nama Mahasiswa : Steven Glenn Tunas

Nomor Pokok : C03496022

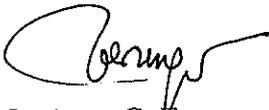
Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

Menyetujui,

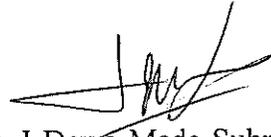
I. Komisi Pembimbing



Ir. Bistami Ibrahim, MSc
Ketua

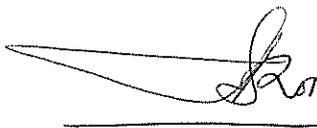


Ir. Anna C. Erungan, MS
Anggota

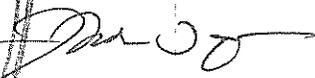
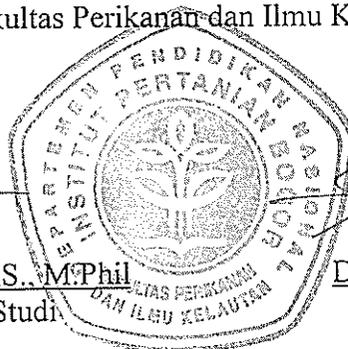


Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, MAgr
Anggota

II. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB



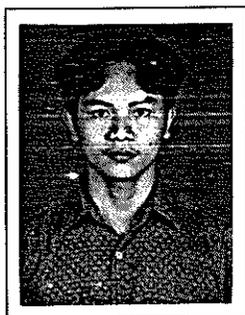
Ir. Ruddy Suwandi, MS., MPhil
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Indra Jaya, MSc
Pembantu Dekan I

Tanggal Lulus : 10 Februari 2001

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 12 Maret 1979 di Manado, Sulawesi Utara dari pasangan orang tua Ayahanda H. A. Tunas dan Ibunda J. Rawung, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara.

Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah pendidikan dasar di SD Negeri Sarawet, Minahasa – Sulawesi Utara pada tahun 1984 sampai 1990. Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Likupang, Minahasa – Sulawesi Utara pada tahun 1990 sampai 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas dari SMU Negeri 62 Jakarta, tahun 1996.

Penulis diterima menjadi mahasiswa di Institut Pertanian Bogor tahun 1996 melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Selama kuliah, penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan khususnya di Biro Aksi Keluarga Besar Mahasiswa (KBM) IPB dan juga pers kampus yaitu sebagai Staf Litbang “Buletin biRU” Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Penulis dinyatakan lulus dari Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB dalam ujian sidang sarjana tanggal 10 Februari 2001 dengan skripsi yang berjudul **“Uji Performansi Prototipe Instrumen Elektronik Berbasis Tahanan Listrik Sebagai Alat Pengukur Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)”**

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada :

1. Bapak Ir. Bustami Ibrahim, MSc., selaku ketua komisi pembimbing yang telah memberi petunjuk, bimbingan dan saran sejak awal penelitian sampai penulisan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Anna C. Erungan, MS., selaku anggota komisi pembimbing atas petunjuk, arahan, dan nasehat selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, MAgr., selaku anggota komisi pembimbing yang telah mau berbagi ilmu dan pengalaman dalam membimbing dan mengarahkan penulis.
4. Bapak Ir. Djoko Poernomo, BSc., selaku dosen penguji yang memberikan masukan, saran, dan kritik guna penyempurnaan skripsi ini.
5. Papa, Mama, Kakakku Stanley dan Adikku Cherry yang tercinta atas kasih sayang dan dukungan baik doa maupun materi kepada penulis.
6. Mami-ku Dra. Nontje Rawung, MM., Adekku Rosaline, Sepupuku Deddy & Joice, serta seluruh keluarga besar penulis di Manado atas dorongan dan dukungan baik moril maupun materiil.
7. Yyankku Yulianti, Skom., atas kasih sayang, perhatian, kebersamaan, bantuan dan pengorbanan buat penulis selama kuliah sampai selesainya skripsi ini.
8. Umbu Tunga Marumata, kawanku se-penelitian atas dorongan semangat, bantuan, dan kerjasama yang sukses dengan penulis.

9. Seluruh staf di Lab. Ergonomika dan Elektronika, Program Studi Teknik Pertanian, Fateta IPB dan Lab. Kimia, Agriculture Product Processing Pilot Plant Project (AP₄), Fateta IPB.
10. Sahabat-sahabatku THP '33 : Soni, Gugun, Sahrul, Sope, Dodo, QQ, Asep, Moel, Robet, Sane, Ipul, Acory, Lukmen, Heru, Eno, Rani, Brenda, Maya, Enung, Rini, Novi, Egi, Luluk, Vivin, Heksi, Inal, Aam, Tati, Susi, Teguh, Nur, Rita, Wendy, Inung, Erny, Esih, Dimas, Sahala, Indah, Birtoni, Yuyu, Ali, Dewi, Riri, Iza, dan Ongge., atas kekompakkan dan kebersamaan kita.
11. Kru *Libra Komputer*, khususnya Dedi, Gunadi, Dadi dan Dodi atas bantuannya.
12. Rekan-rekan penulis dan segenap pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan waktu, tenaga dan dorongan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Bogor, Februari 2001

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Elektronika.....	3
2.1.1 Pengertian Elektronika.....	3
2.1.2 Komponen-komponen Elektronika.....	3
2.2 Tahanan Listrik.....	7
2.2.1 Pengertian dan Fungsi Tahanan Listrik.....	7
2.2.2 Jenis-jenis Tahanan Listrik.....	8
2.2.3 Kode Warna pada Tahanan (Resistor).....	9
2.3 Alat Pengukur Tahanan Listrik.....	10
2.4 Catu Daya (<i>Power Supply</i>).....	10
2.5 Penguat Operasional (<i>Op-Amp</i>).....	11
2.6 Tahanan Listrik pada Daging Ikan.....	14
2.7 Deskripsi Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>).....	14
2.8 Kesegaran Ikan.....	17
2.9 Proses Pembersihan Ikan.....	20
2.9.1 Rigor Mortis.....	21
2.9.2 Penurunan Mutu Akibat Proses Autolisis.....	21
2.9.3 Penurunan Mutu Akibat Proses Kimiawi.....	22
2.9.4 Penurunan Mutu Akibat Aktifitas Bakteri.....	22

III. METODOLOGI

3.1	Bahan dan Alat	24
3.1.1	Bahan.....	24
3.1.2	Alat.....	25
3.2	Metode Penelitian.....	26
3.2.1	Penelitian Pendahuluan	26
3.2.2	Penelitian Utama	26
3.3	Perancangan Instrumen	28
3.3.1	Perancangan Ohmmeter Sederhana.....	28
3.3.2	Perancangan Ohmmeter dengan Penguat.....	29
3.3.3	Perancangan Catu Daya.....	29
3.3.4	Perancangan Pengatur Skala	30
3.3.5	Perancangan Peraga (<i>Panel Display</i>) dan Sensor.....	31
3.4	Pengamatan	31
3.4.1	Persiapan Sampel	31
3.4.2	Pengukuran nilai Tahanan Listrik	31
3.4.3	Penetapan nilai Total Volatil Basa (TVB)	33
3.4.4	Pengukuran Kadar Air.....	34
3.4.5	Uji Organoleptik.....	34
3.4.6	Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara.....	35
3.5	Analisa data dan perancangan rangkaian	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Rancangan Instrumen	36
4.1.1	Hasil Rancangan Unit Pencatu Daya Penstabil Tegangan.....	36
4.1.2	Hasil Rancangan Unit Penguat.....	37
4.1.3	Hasil Rancangan Unit Sensor.....	38
4.1.4	Hasil Rancangan Unit Pengatur Skala.....	42
4.1.5	Hasil Rancangan Unit Peraga (<i>Panel Display</i>).....	42
4.2	Hasil Analisis Kimia	43
4.2.1	Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai TVB.....	43
4.2.2	Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai Kadar Air.....	47
4.2.3	Hasil Uji Organoleptik	50

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	54
-----	------------------	----

5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Kode Warna Resistor	9
2.	Produksi Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) di Indonesia	16
3.	Komposisi Kandungan Gizi Daging Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>)	17
4.	Nilai Tahanan Listrik ($K\Omega$) dan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang	43
5.	Nilai Tahanan Listrik ($K\Omega$) dan Kadar Air (%) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang dan Nilai Kelembaban Udara Ruang	48
6.	Nilai Organoleptik, Total Volatil Basa TVB dan Tahanan Listrik ($K\Omega$) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang	51

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Simbol Komponen Elektronika Pasif.....	4
2.	Simbol Komponen Elektronika Aktif	5
3.	Simbol Komponen Elektronika Pendukung.....	6
4.	Pengukuran Tahanan dengan Metode Voltmeter – Amperemeter	7
5.	Diagram Pena IC Op-Amp 741	12
6.	Rangkaian Penguat Membalik	13
7.	Rangkaian Penguat Tak Membalik	13
8.	Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>).....	15
9.	Skema Prosedur Kerja Penelitian.....	27
10.	Rangkaian Ohmmeter Sederhana yang Dirangkai Seri	28
11.	Rangkaian Ohmmeter Sederhana yang Dirangkai Paralel	29
12.	Pengukuran Tahanan Listrik Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>)	32
13.	Prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI).....	38
14.	Rangkaian Unit Pencatu Daya Penstabil Tegangan	39
15.	Rangkaian Unit Penguat.....	40
16.	Rangkaian Unit Pengatur Skala dan Unit Peraga.....	41
17.	Grafik Pola Peningkatan Tahanan Listrik ($K\Omega$) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.....	44
18.	Grafik Pola Peningkatan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.....	45
19.	Grafik Hubungan Tahanan Listrik ($K\Omega$) dengan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang	46
20.	Grafik Pola Penurunan Kadar Air (%) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang	49

21. Grafik Hubungan Tahanan Listrik ($K\Omega$) dengan Nilai Kadar Air (%) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.....50
22. Grafik Pola Penurunan Nilai Organoleptik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang52

DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman
1. Score Sheet Uji Organoleptik Ikan Segar (SNI-01-2345-1991)	59
2. Rangkaian Lengkap Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI)	61
3. Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.....	62
4. Nilai Kadar Air (%) Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.....	63

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perikanan Indonesia khususnya industri yang bergerak di bidang ekspor produk-produk perikanan merupakan salah satu sektor yang tidak terpengaruh badai krisis ekonomi, bahkan justru meraup keuntungan berlipat ganda. Pendapatan devisa dari sektor ini setidaknya dapat turut membantu menggulirkan roda perekonomian negara yang hampir tak bergerak pada kurun waktu awal tahun 1998 sampai akhir 1999.

Keberhasilan kegiatan ekspor produk-produk perikanan oleh industri ini tentulah sangat membutuhkan teknologi yang tepat dalam hal penanganan produk mulai dari penangkapan, penanganan di kapal, pendaratan di pelabuhan, penanganan di perusahaan, pengemasan sampai pada pengiriman ke negara tujuan ekspor. Kontrol terhadap kualitas produk pada setiap titik perlakuan menjadi hal yang sangat menentukan keberhasilan ekspor.

Salah satu kegiatan yang menentukan kualitas produk adalah pemeriksaan mutu (penyortiran) bahan baku ikan, dimana ikan dipisahkan dalam tingkatan mutu yang berbeda. Pemeriksaan mutu ikan segar untuk ekspor biasanya hanya dilakukan secara manual oleh pemeriksa mutu (*checker*), sehingga aspek subyektifitas tak dapat terhindari. Sering terjadi produk yang dinilai baik ternyata ditolak oleh importir di negara tujuan. Hal ini tentu berdampak buruk bagi kegiatan ekspor dan bila tidak diperbaiki kepercayaan importir pada produk kita akan hilang.

Peranan riset dan teknologi dalam mengembangkan industri perikanan dapat diaplikasikan melalui berbagai cara. Salah satunya adalah pengembangan cara pemeriksaan mutu ikan segar secara obyektif, cepat, dan murah dengan menggunakan instrumen (alat ukur) tertentu yang dapat mendeteksi / mengukur tingkat kesegaran ikan.

Selama ini pemeriksaan mutu ikan secara obyektif melalui analisis mikrobiologi dan kimiawi dirasakan tidaklah efektif karena memakan waktu sehingga

yang dianalisis hanyalah contoh ikan yang belum tentu secara kualitas mewakili keseluruhannya.

Untuk mengatasi kendala-kendala diatas, perlu diciptakan suatu instrumen yang dapat mengukur tingkat kesegaran ikan secara langsung, cepat dan murah, sehingga seluruh ikan dapat diukur satu persatu. Instrumen yang coba dikembangkan adalah alat ukur elektronik yang dapat membedakan kesegaran ikan melalui pengukuran nilai tahanan listrik dalam daging ikan.

Daging ikan memiliki nilai tahanan listrik yang spesifik, yang sulit diamati perubahannya (peningkatan atau penurunannya) dalam waktu singkat dengan alat ukur konduktifitas atau alat ukur tahanan listrik biasa seperti multimeter. Perubahan nilai tahanan listrik pada daging ikan hanya dapat diamati dengan alat ukur yang sensitif dan jangkauan ukur yang dapat diubah-ubah yang dalam penelitian ini coba dikembangkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu instrumen elektronik yang dapat mengukur / mendeteksi tingkat kesegaran ikan secara cepat dan obyektif melalui pengukuran nilai tahanan listrik daging ikan dan pengaruh kesegarannya terhadap ikan tongkol (*Euthynnus affinis*).

1.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Oktober 2000, bertempat di Laboratorium Ergonomika dan Elektronika, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor; Laboratorium Preservasi dan Rekayasa, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Institut Pertanian Bogor; dan Laboratorium Kimia, Agriculture Product Processing Pilot Plant Project (AP4), Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektronika

2.1.1 Pengertian Elektronika

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1994), elektronika didefinisikan sebagai cabang fisika yang mempelajari pemancaran, perilaku, dan dampak elektron serta alat-alat yang menggunakannya. Selain elektronika juga dikenal istilah elektronik yang didefinisikan sebagai alat-alat yang dibuat berdasarkan prinsip-prinsip elektronika; hal atau benda yang mempergunakan alat-alat yang dibentuk atau bekerja atas dasar elektronika.

Elektronika merupakan pengetahuan mempraktekkan tenaga listrik pada berbagai alat (Ali, 1994). Elektronika berkaitan erat dengan bidang kelistrikan dengan segala permasalahannya, baik yang menyangkut komponen-komponen listrik, parameter listrik, istilah-istilah listrik dan simbol-simbol listrik (Rusmadi, 1999).

Gejala listrik dapat dilihat pada kehidupan sehari-hari, misalnya dengan adanya penerangan listrik di rumah-rumah, perubahan listrik menjadi tenaga panas pada setrika listrik, kompor listrik, dan solder listrik. Tenaga listrik dapat juga diubah menjadi pendingin seperti pada kulkas (lemari es) dan menjadi tenaga penggerak seperti pada kipas angin (Sumisjokartono, 1985).

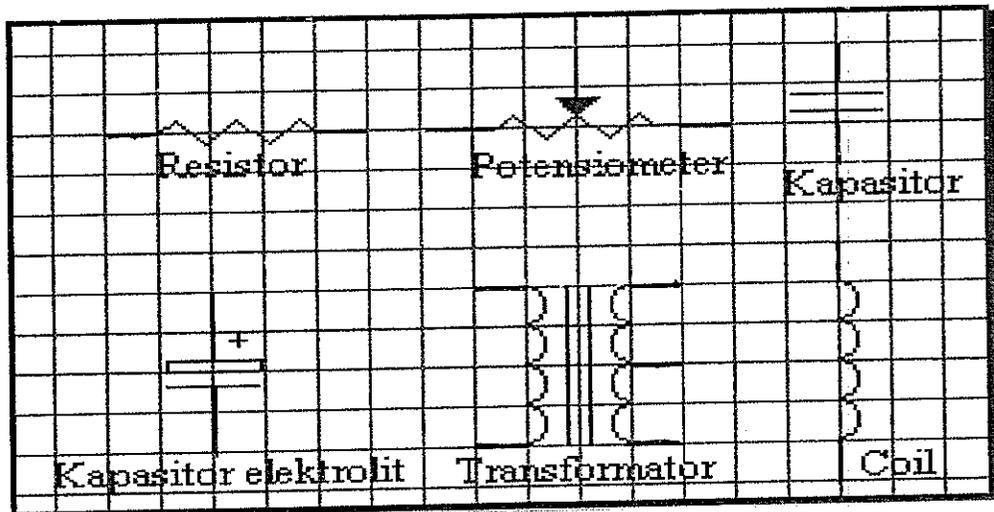
2.1.2 Komponen – komponen elektronika

Dalam pembuatan rangkaian elektronika digunakan berbagai macam komponen, baik komponen utama maupun komponen pendukung. Komponen elektronika utama terdiri atas komponen pasif dan komponen aktif. Komponen pasif adalah komponen elektronika yang tidak dapat menghasilkan tenaga apabila dialiri aliran listrik.

Menurut Rusmadi (1999) komponen yang termasuk komponen pasif adalah :

1. *Resistor*, yaitu komponen yang berfungsi sebagai penghambat arus listrik pada suatu penghantar.

2. *Potensiometer*, yaitu komponen yang berfungsi sama seperti resistor tetapi nilai hambatannya dapat diubah-ubah.
3. *Kapasitor (kondensator)*, yaitu komponen yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron atau tenaga listrik untuk sementara waktu.
4. *Transformator (trafo)*, yaitu komponen yang berfungsi menyesuaikan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan. Komponen ini dapat menaikkan atau menurunkan tegangan listrik.
5. *Coil*, yaitu komponen yang berupa gulungan kawat halus yang digunakan untuk menyesuaikan tegangan.



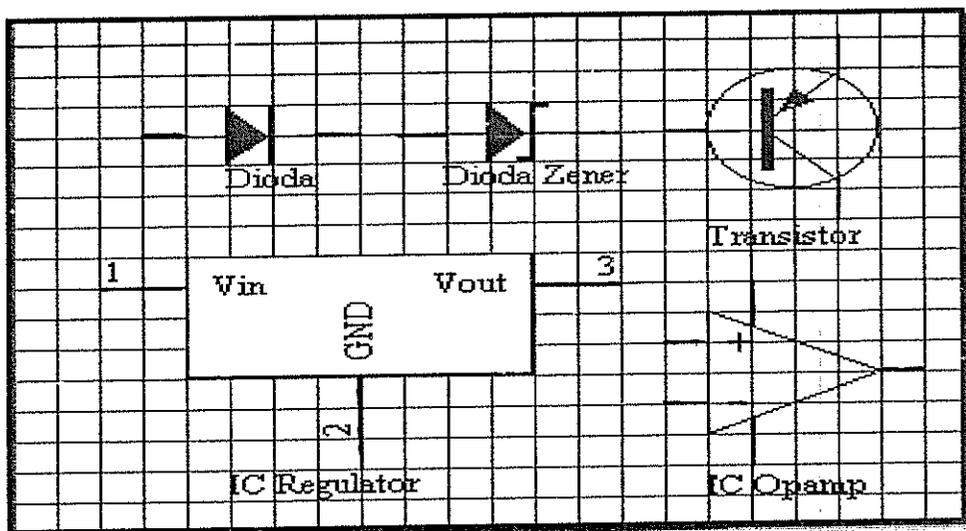
Gambar 1. Simbol Komponen Elektronika Pasif

Selain komponen elektronika pasif ada juga komponen elektronika aktif. Komponen elektronika aktif merupakan komponen elektronika yang bila dialiri aliran listrik akan menghasilkan tenaga. Menurut Rusmadi (1999), yang termasuk dalam komponen aktif diantaranya adalah :

1. *Dioda*, yaitu komponen yang dipergunakan sebagai penyearah / perata arus dan tegangan atau bisa juga sebagai pembatas / pengaman arus dan tegangan listrik.
2. *Transistor*, yaitu komponen berkaki tiga yang dapat mengubah bahan yang tidak dapat menghantarkan aliran listrik menjadi bahan penghantar atau

setengah penghantar (bahan semi-konduktor). Transistor biasanya digunakan sebagai penguat atau *amplifier*.

3. **Integrated Circuit (IC)**, yaitu komponen elektronika yang dibentuk dari beberapa macam komponen seperti resistor, kapasitor, dioda, dan transistor yang dirangkai menjadi satu rangkaian yang terintegrasi dalam bentuk suatu *chip*. IC terbuat dari bahan silikon, bentuknya kecil, berwarna hitam dan memiliki jumlah kaki yang bervariasi mulai dari 3, 8, 14, 16, sampai 40.

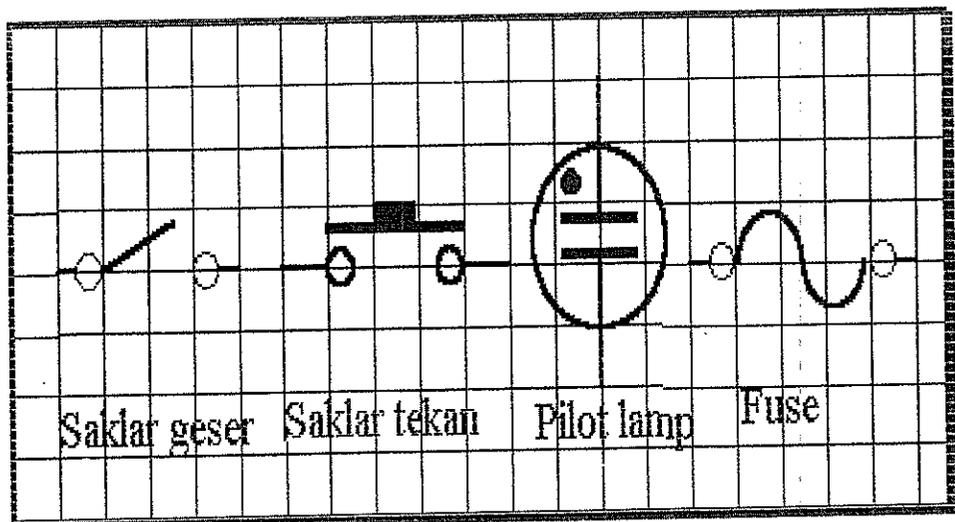


Gambar 2. Simbol Komponen Elektronika Aktif

Pada pembuatan rangkaian elektronika sering dipergunakan komponen-komponen pendukung yang tak kalah pentingnya dengan komponen utama. Menurut Rusmadi (1999), komponen-komponen pendukung diantaranya :

1. **Saklar**, yaitu komponen yang berfungsi menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang mengalir dari sumber listrik ke suatu beban.
2. **Pilot Lamp (Lampu Indikator)**, yaitu lampu yang digunakan sebagai tanda bahwa arus listrik telah masuk ke dalam rangkaian listrik.
3. **Fuse (Pengaman)**, yaitu alat pengaman yang berfungsi mencegah terjadinya kerusakan pada rangkaian akibat adanya hubungan singkat atau kesalahan teknis lainnya.

4. *Bread Board (Papan Rangkaian)*, yaitu papan yang digunakan untuk mencoba suatu rangkaian sebelum dipasang pada Papan Rangkaian Tercetak (PCB). Komponen ini memiliki keistimewaan pada sistem hubungannya yaitu dapat menjepit komponen utama atau kawat penghubung tanpa menggunakan solder. Komponen utama dan kawat penghubung yang terpasang dapat dengan mudah ditancapkan dan dicabut kembali, sehingga menghindari terjadinya kesalahan.
5. *Matrix Strip Board (Papan Rangkaian Jalur)*, yaitu papan yang mirip dengan Bread Board, tetapi untuk memasang komponen pada papan ini harus menggunakan solder.
6. *Printed Circuit Board (PCB)*, yaitu papan rangkaian tercetak yang permukaannya telah dilapisi tembaga dan berlubang disesuaikan dengan kaki-kaki komponen yang akan dipasang. Lapisan tembaga telah dicocokkan dengan hubungan antar kaki-kaki komponen yang akan menyusun suatu rangkaian.
7. *Chasis (Kotak Penutup)*, yaitu wadah tempat rangkaian terpasang diatur sedemikian rupa sehingga membentuk suatu perangkat elektronik yang kelihatan menarik.

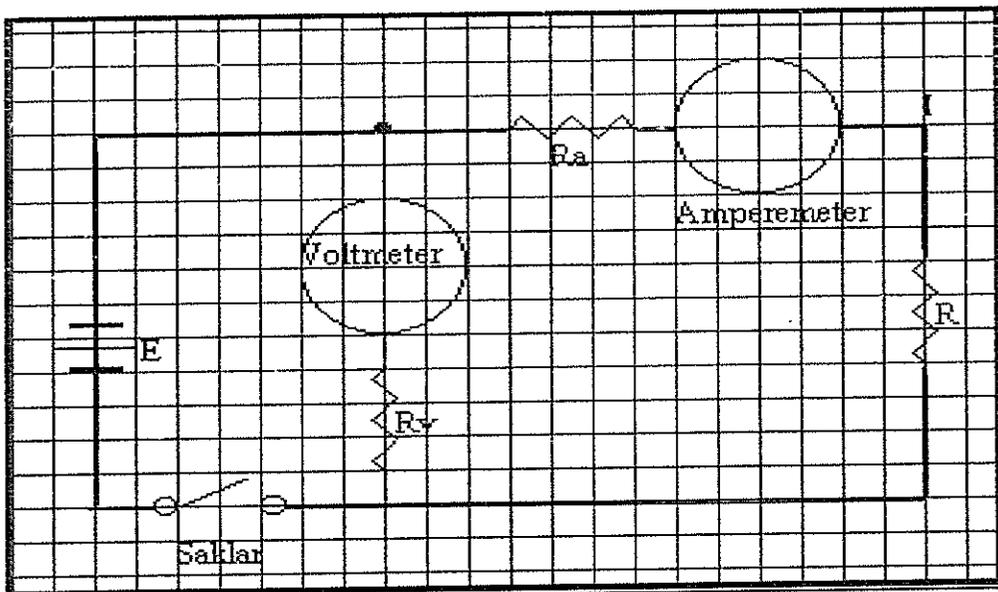


Gambar 3. Simbol Komponen Elektronika Pendukung

2.2 Tahanan Listrik

2.2.1 Pengertian dan Fungsi Tahanan Listrik

Tahanan dari penghantar listrik adalah hasil bagi dari kerugian tegangan yang melalui pengantar, terhadap arus yang mengalir melaluinya. Dengan demikian maka tahanan dapat diukur dengan alat pengukur volt, dan alat pengukur ampere, seperti diperlihatkan pada gambar 1 dimana R_a dan R_v adalah tahanan dalam dari alat pengukur ampere dan alat pengukur volt masing-masingnya (Sapiie, 1986).



Gambar 4. Pengukuran Tahanan dengan Metode Voltmeter-Amperemeter

Tahanan listrik adalah komponen yang paling banyak dipergunakan dalam rangkaian elektronika, hal ini disebabkan karena sifat dan fungsi dari tahanan itu sendiri. Tahanan listrik (resistor) adalah suatu komponen yang dapat menghambat arus listrik pada suatu penghantar. Besar kecilnya nilai tahanan dapat dinyatakan dengan satuan *Ohm* atau ditulis dengan huruf latin Ω (omega) dan notasinya ditulis dengan huruf R (Rusmadi, 1999).

Fungsi dari pemasangan tahanan (resistor) dalam suatu rangkaian menurut Sumisjokartono (1985) adalah :

- 1) Menahan sebagian arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan suatu rangkaian elektronika .
- 2) Menurunkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika.
- 3) Membagi tegangan (volt).
- 4) Bekerja sama dengan transistor dan kapasitor dalam suatu rangkaian untuk membangkitkan frekuensi tinggi dan rendah.

2.2.2 Jenis-jenis Tahanan Listrik

Jenis-jenis tahanan dalam bidang elektronika menurut Rusmadi (1999) adalah sebagai berikut :

1) Tahanan tetap

Tahanan tetap adalah suatu tahanan yang nilai tahanannya sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya. Pada umumnya dalam suatu rangkaian, tahanan tetap banyak dipergunakan dengan tujuan : (1) Sebagai pembagi tegangan, (2) Memperkecil arus, dan (3) Memperbesar dan memperkecil tegangan.

2) Tahanan Tidak Tetap (Variable)

Tahanan tidak tetap (variable) adalah suatu tahanan yang nilai tahanannya dapat diatur disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam rangkaian, tahanan tidak tetap pada umumnya digunakan sebagai :

1. Sebagai pengatur volume (mengatur besar kecilnya arus).
2. Sebagai tone control pada sound system.
3. Sebagai pengatur tinggi rendahnya nada (bass/treble).
4. Sebagai pembagi tegangan pada arus.

Jenis-jenis tahanan tidak tetap adalah potensiometer, trimpot, dan tahanan geser. Dalam suatu rangkaian, potensiometer dituliskan dengan tanda huruf VR yaitu singkatan dari Variable Resistor. Potensiometer umumnya digunakan pada pesawat penerima radio yang fungsinya selain sebagai pengatur volume juga sebagai saklar untuk menghidupkan / mematikan aliran listrik.

Pemakaian potensiometer dalam suatu rangkaian dapat digantikan dengan jenis potensiometer lainnya yang disebut trimpot. Pada trimpot untuk mengatur besar

kecilnya nilai tahanan dapat diperoleh dengan cara memutar lubang coakan dengan menggunakan obeng kecil.

- 3) Tahanan Peka Cahaya
- 4) Tahanan Peka Terhadap Tegangan
- 5) Tahanan Peka Temperatur

2.2.3 Kode Warna pada Tahanan (Resistor)

Tahanan / resistor yang digunakan dalam rangkaian elektronika bentuknya sangat kecil sehingga sulit untuk mencantumkan nilai tahanannya. Oleh karena itu untuk menuliskan nilai tahanan pada badan tahanan/resistor dipergunakan kode warna yang dicantumkan dalam bentuk gelang-gelang berwarna yang sesuai dengan besarnya nilai tahanan tersebut (Rusmadi, 1999).

Adapun kode warna resistor dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kode Warna Resistor

Warna	Gelang ke-1 dan ke-2	Gelang ke-3 (Faktor Perkalian)	Gelang ke-4 (Nilai Toleransi)
Hitam	0	1	-
Coklat	1	10	-
Merah	2	100	-
Orange	3	1000	-
Kuning	4	10000	-
Hijau	5	100000	-
Biru	6	1000000	-
Ungu	7	10000000	-
Abu-abu	8	100000000	-
Putih	9	1000000000	-
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.1	10%
Tak Berwarna	-	-	20%

Sumber : Sumisjokartono, 1985.

Pada tabel 1 terdapat empat buah gelang resistor dengan nilai yang berbeda-beda sesuai warna yaitu :

- (1). Gelang ke-1 menunjukkan angka ke-1.
- (2). Gelang ke-2 menunjukkan angka ke-2.
- (3). Gelang ke-3 menunjukkan banyaknya angka nol dibelakang angka ke-2.
- (4). Gelang ke-4 menunjukkan besarnya toleransi dari tahanan.

2.3 Alat Pengukur Tahanan Listrik

Dalam mengukur tahanan listrik digunakan alat ukur AVO Meter atau yang lebih dikenal dengan nama multitester / multimeter. AVO Meter merupakan suatu alat ukur yang terdiri dari amperemeter, voltmeter, dan ohmmeter. Sesuai dengan namanya AVO Meter dapat digunakan untuk mengukur besaran listrik, seperti :

- (1). Arus listrik dalam Ampere (A).
- (2). Tegangan listrik dalam Volt (V).
- (3). Tahanan listrik dalam Ohm (O).

Untuk mempergunakan Ohmmeter dalam mengukur tahanan listrik, terlebih dahulu harus menentukan batas ukur yang diinginkan. Putar pengatur skala ukur ke bagian pengukuran tahanan listrik yang diinginkan. Setelah itu hubungkan ujung terminal positif (+) dan ujung terminal negatif (-), lalu atur Ohm adjuster sehingga jarum menunjuk tepat pada angka nol.

Kemudian pengukuran dilakukan dengan menghubungkan kaki-kaki resistor masing-masing ke ujung terminal positif (+) dan ujung terminal negatif (-). Besarnya nilai tahanan listrik akan ditunjukkan oleh jarum penunjuk (Rusmadi, 1999).

2.4 Catu Daya (*Power Supply*)

Semua peralatan elektronik membutuhkan catu daya dengan jenis dan ukuran tertentu untuk memperoleh arus dan tegangan kerja yang dibutuhkan. Menurut Green (1987) dalam Sagala (1997) untuk membangun catu daya yang baik, maka komponen yang diperlukan adalah :

- (1). *Transformator*, yang berfungsi menurunkan tegangan catu utama AC (Alternating Current) menjadi tegangan tertentu yang dibutuhkan oleh peralatan.
- (2). *Penyearah (rectifier)*, yang berfungsi mengubah catu tegangan AC output transformator menjadi tegangan DC (Direct Current).
- (3). *Regulator*, yang berguna untuk menghasilkan tegangan yang mantap dari tegangan yang sudah disearahkan.

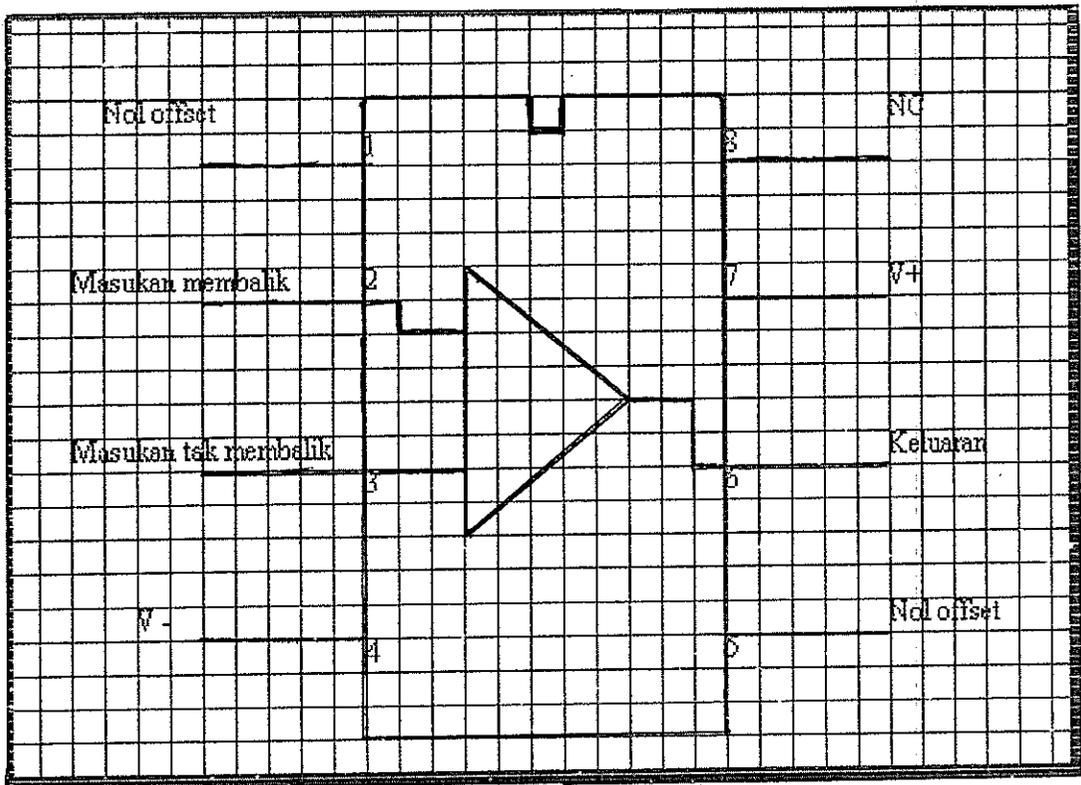
Pada dasarnya *transformator* terdiri dari dua kumparan yang saling tersekat secara elektrik dan terlilit diatas sebuah bahan inti yang membentuk suatu sirkuit magnetis tertutup, sehingga kedua kumparan tersebut terhubung secara berbalasan. Disamping sebagai penurun tegangan bolak-balik, *transformator* digunakan juga untuk menyesuaikan impedansi, mengabungkan impedansi, dan menyekat sirkuit (Wollard, 1985 dalam Sagala, 1997).

2.5 Penguat Operasional (*Op-Amp*)

Penguat operasional merupakan rangkaian yang memiliki kemampuan penguatan tegangan yang sangat tinggi pada keadaan lup terbuka, walaupun pada beberapa rangkaian penguatan praktis menjadi berkurang (Hughes, 1986).

Op-Amp memiliki dua terminal masukan yaitu kaki dua (2) dan kaki tiga (3). Kaki 2 merupakan terminal masukan membalik, karena sinyal listrik yang diumpankan kepada pada terminal ini akan keluar dari terminal keluaran (kaki 6) dengan polaritas yang berlawanan. Kaki 3 merupakan terminal masukan tak membalik, dimana sinyal yang dihubungkan pada terminal ini akan keluar tanpa perubahan polaritas (Hughes, 1986).

Dua terminal lain dari *Op-Amp* yaitu kaki 7 dan kaki 4 dihubungkan dengan catu daya positif dan negatif, sedangkan terminal kaki 5 dibutuhkan untuk menghubungkan titik tengah dari catu daya yang terletak pada potensial tanah. Dua terminal lainnya yaitu kaki 1 dan kaki 8 dihubungkan dengan komponen eksternal untuk menjamin kemantapan penguat pada segala kondisi. Tidak semua jenis *Op-Amp* membutuhkan pemasangan komponen pada terminal ini (Hughes, 1986).

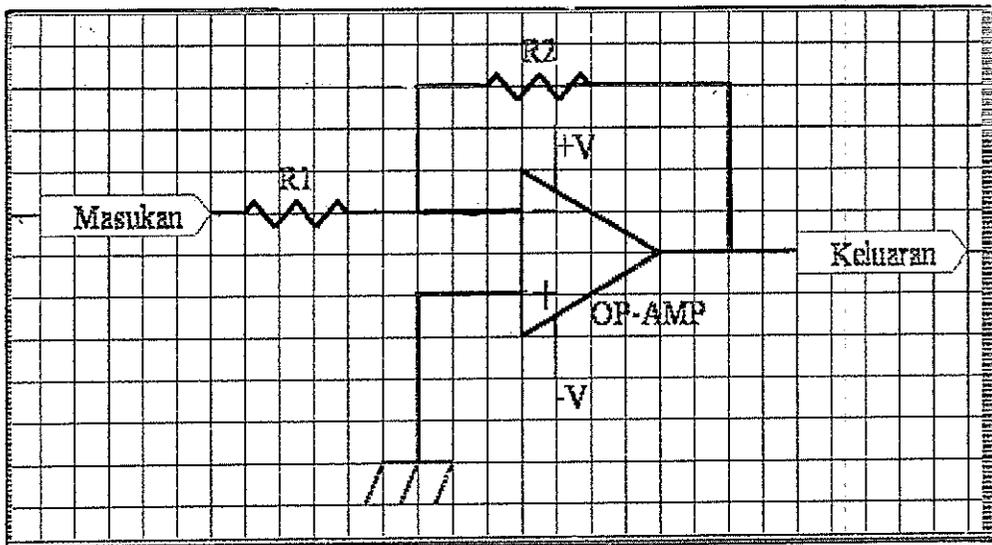


Gambar 5. Diagram Pena IC Op-Amp 741

Menurut Hughes (1986), untuk dapat mempergunakan dan mengendalikan penguat operasional yang memiliki penguatan sangat besar, maka hampir selalu dilakukan umpan balik negatif, yaitu dengan memberikan penguatan membalik atau dengan memberikan penguatan tak membalik.

Pada penguatan yang membalik (Gambar 6), tegangan keluaran diumpangkan kembali pada terminal masukan membalik melalui sebuah resistor R_2 , sedangkan terminal masukan tak membalik dihubungkan dengan tanah. Karena impedansi masukan pada penguat sangat besar, maka hampir semua arus masukan akan mengalir menuju resistor R_2 , dan tegangan di R_1 menjadi relatif sama dengan terminal keluaran, sehingga :

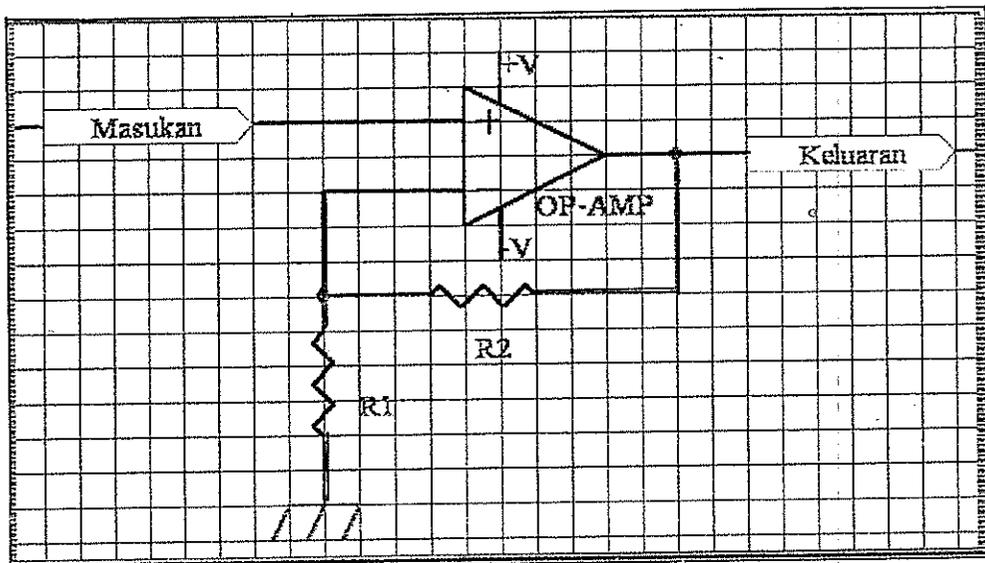
$$V_{out} = (R_2 / R_1) \times V_{in}$$



Gambar 6. Rangkaian Penguat Membalik

Pada penguatan tak membalik (Gambar 7), tegangan keluaran diumpankan kembali pada terminal masukan membalik melalui resistor R_2 , lalu dihubungkan ke tanah melalui resistor R_1 . Tegangan yang terdapat pada terminal masukan membalik berasal dari suatu pembagi tegangan, sehingga :

$$V_{out} = (1 + R_2 / R_1) \times V_{in}$$



Gambar 7. Rangkaian Penguat Tak Membalik

2.6 Tahanan Listrik Pada Daging Ikan

Menurut Aidil (1998), ikan memiliki nilai tahanan listrik yang selalu meningkat selama penyimpanan pada suhu ruang. Sebagai contoh, nilai tahanan listrik ikan kembung berada pada kisaran 15,33 K Ω sampai 21,83 K Ω dan pada ikan mas sebesar 15,66 K Ω sampai 23,83 K Ω selama selang waktu tiga (3) hari penyimpanan pada suhu ruang.

Selain tahanan listrik, sifat kelistrikan pada ikan dapat diukur melalui nilai konduktifitas listrik daging ikan. Konduktifitas (daya hantar) listrik berhubungan dengan pergerakan ion dalam larutan, ion yang mudah bergerak mempunyai daya hantar listrik yang besar (Hendayana, *et al.*, 1994).

Daya hantar listrik terjadi karena adanya larutan elektrolit dalam daging ikan hasil proses enzimatik dan metabolisme bakteri. Peningkatan daya hantar listrik biasanya menunjukkan kehadiran sel-sel mikroba (Gibson dan Jason, 1993). Selain disebabkan oleh sel mikroba, peningkatan konduktifitas ikan selama fase rigor lebih disebabkan oleh aktivitas enzim (Tomiyasu dan Zenitani, 1957 dalam Mardiani, 1999).

Resistensi daging ikan selalu mengalami perubahan selama penyimpanan saat ikan mengalami fase pre rigor, rigor, dan post rigor hingga mencapai proses pembusukan (Farber, 1965 dalam Mardiani, 1999).

2.7 Deskripsi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Ikan tongkol termasuk kedalam famili Scombridae dan ordo Percomorphi (Anonymous, 1979). Klasifikasi Ikan tongkol adalah sebagai berikut :

Phylum : Chordata

Sub phylum : Craniata

Super kelas : Teleostei

Ordo : Percomorphi

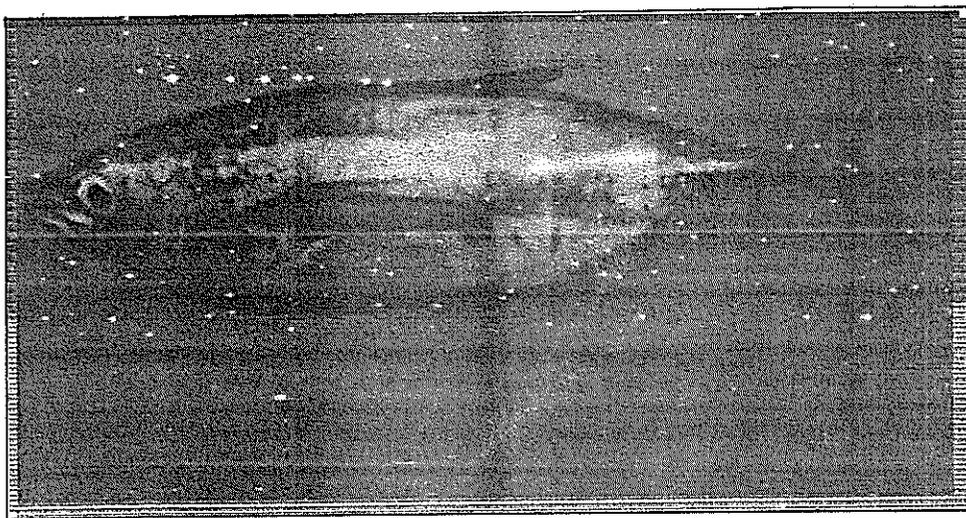
Famili : Scombridae

Genus : *Euthynnus*

Spesies : *Euthynnus affinis*

Ikan tongkol mempunyai bentuk tubuh seperti cerutu dengan kulit licin dan tergolong tuna kecil. Sirip dada melengkung dan sirip dubur terdapat sirip tambahan kecil-kecil (Djuhanda, 1981).

Sirip punggung pertama berjari-jari keras 15, yang kedua berjari-jari lemah 13, diikuti 8-10 jari-jari tambahan atau finlet. Sirip dubur berjari-jari lemah 14 diikuti 6-8 jari-jari tambahan. Tongkol termasuk ikan buas, predator dan karnivor. Hidup bergerombol. Pada umumnya mempunyai panjang 50 cm - 60 cm. Warna tubuh bagian atas biru kehitaman dan bagian bawah putih keperakan (Anonymous, 1979).



Gambar 8. Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) hidup di Samudra Hindia, dan Samudra Pasifik bagian barat. Panjang maksimumnya 1 meter. Tongkol dewasa juga memijah di perairan dekat pantai. Di Indonesia ikan ini merupakan ikan niaga bagi penduduk setempat. Beberapa kota pantai menjadi tempat pendaratan yang penting hasil tangkapan tongkol misalnya Manado, Padang, Cilacap, dan Sumenep (Nontji, 1993).

Produksi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Indonesia hampir selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya. Hasil produksi selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Produksi Ikan Tongkol di Indonesia Tahun 1988-1997

Tahun	Hasil Tangkapan (Ton)
1988	117.898
1989	135.332
1990	139.967
1991	150.439
1992	155.661
1993	160.950
1994	186.486
1995	184.400
1996	208.504
1997	212.511

Sumber : Ditjen Perikanan, 1999

Ikan tongkol merupakan jenis ikan dengan kandungan gizi yang tinggi dimana nilai proteinnya mencapai 26%, kadar lemak rendah yaitu 2%, dan kandungan garam-garam mineral penting yang tinggi.

Kandungan gizi ikan tongkol selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Komposisi kandungan gizi daging Ikan Tongkol (per 100 gram)

Komposisi kimia	Besarnya
Energi	131 kal
Air	70,4 g
Protein	26,2 g
Lemak	2,1 g
Kadar abu	1,3 g
Ca (Kalsium)	8 mg
P (Phosfor)	220 mg
Fe (Besi)	4 mg
Na (Natrium)	52 mg
K (Kalium)	407 mg
Thiamin	0,03 mg
Riboflavin	0,15 mg
Asam askorbat	2 mg

Sumber : Anonymous, 1979

2.8 Kesegaran Ikan

Pada produk pangan yang cepat membusuk seperti ikan basah, mutu ikan selalu identik dengan kesegaran. Dalam istilah “segar” tercakup dua pengertian yaitu yang pertama, “baru saja ditangkap, tidak disimpan atau tidak diawetkan”, dan yang kedua, “mutunya masih original, belum mengalami kemunduran” (Ilyas, 1983).

Kesegaran adalah parameter untuk membedakan ikan yang jelek dan ikan yang baik kualitasnya. Ikan dikatakan masih segar jika perubahan-perubahan biokimiawi, mikrobiologi, dan fisikawi yang terjadi belum menyebabkan kerusakan pada ikan.

Menurut Hadiwiyoto (1993), ikan dapat digolongkan menjadi empat kelas mutu berdasarkan kesegarannya, yaitu :

1. Mutu Prima, yaitu ikan yang kesegarannya baik sekali.
2. Mutu Advanced, yaitu ikan yang kesegarannya masih baik.
3. Mutu Sedang, yaitu ikan yang kesegarannya mulai mundur.
4. Mutu Rendah, yaitu ikan yang tidak segar lagi.

Adapun parameter untuk menentukan kesegaran ikan dapat terdiri atas faktor-faktor fisikawi, sensorik / organoleptik, kimiawi maupun faktor mikrobiologi. Faktor parameter fisikawi terdiri dari (Hadiwiyoto, 1993) :

a. Penampakan luar

- Ikan yang masih segar mempunyai penampakan cerah, tidak suram.
- Keadaan ini terjadi karena belum banyak perubahan biokimiawi yang terjadi pada ikan.
- Metabolisme dalam tubuh ikan masih berjalan dengan baik.
- Pada ikan yang segar tidak ditemukan perubahan tanda-tanda perubahan warna.
- Ikan juga masih mempunyai penampakan yang normal, tidak ada cacat yang terjadi, tetapi penampakan ini makin lama akan menjadi berkurang, ikan makin suram, karena timbulnya lendir sebagai akibat berlangsungnya proses biokomiawi lebih lanjut dan berkembangnya mikroba.

b. Kelenturan daging ikan

- Ikan segar mempunyai daging yang cukup lentur.
- Apabila daging ikan dibengkokkan maka ikan akan kembali ke bentuk semula setelah dilepaskan.
- Kelenturan ini disebabkan oleh karena belum terputusnya benang –benang daging. Pada ikan busuk benang-benang daging ini sudah banyak putus dan dinding-dinding selnya banyak yang rusak sehingga ikan kehilangan kelenturannya.

c. Keadaan mata

- Parameter ini paling mudah untuk dilihat.

- Perubahan kesegaran ikan akan menyebabkan perubahan yang nyata pada kecerahan matanya.

d. Keadaan daging ikan

- Ikan yang masih baik kesegarannya, dagingnya kenyal, jika ditekan dengan jari telunjuk atau ibu jari maka bekasnya akan segera kembali.
- Daging ikan belum kehilangan cairan dagingnya sehingga daging ikan masih kelihatan basah.
- Pada permukaan tubuhnya juga belum terdapat lendir yang menyebabkan penampakan ikan menjadi suram/kusam dan tidak menarik.
- Beberapa jam setelah ikan mati, daging ikan akan menjadi kaku, karena kerusakan pada benang-benang dagingnya makin lama akan makin kehilangan kesegarannya, timbul cairan sebagai tetes-tetes air yang mengalir keluar dan daging kehilangan tekstur kenyalnya.

e. Keadaan insang dan sisik

- Warna insang dapat digunakan sebagai tanda untuk membedakan ikan yang masih segar dengan ikan tidak segar lagi.
- Pada ikan yang masih segar, warna insangnya merah cerah.
- Sebaliknya ikan yang sudah tidak segar, warna insangnya berubah menjadi coklat gelap.
- Insang ikan merupakan pusat darah mengambil oksigen dari dalam air.
- Kematian ikan menyebabkan peranan darah (hemoglobin) berhenti, bahkan sebaliknya darah dapat teroksidasi sehingga warnanya berubah menjadi merah gelap.
- Sisik ikan juga dapat merupakan tanda kesegaran ikan. Jika ikan bersisik, maka pada ikan yang masih segar, sisiknya masih melekat kuat, tidak mudah dilepaskan dari tubuhnya.

f. Keadaan ruas badan atau ruas kaki

- Parameter ini terutama digunakan untuk hasil perikanan yang beruas seperti misalnya udang, lobster, kepiting atau rajungan. ✓

- Dalam keadaan segar ruas badan maupun ruas kaki masih kuat, tidak mudah putus.

Faktor parameter kimiawi antara lain yaitu pH daging ikan, dan hasil-hasil akhir penguraian komponen-komponen daging ikan, seperti kadar hipoksantin, kadar ammonia, dan kadar trimetilamin atau kadar dimetilamin.

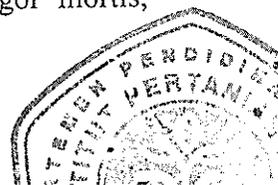
Faktor parameter sensorik umumnya dikaitkan dengan cita rasa (flavour), warna, dan penampakan. Sedangkan faktor parameter mikrobiologik yang paling umum digunakan adalah jumlah bakteri.

Oleh karena kualitas ikan selalu dikaitkan dengan kesegarannya dan kerusakan ikan, maka perlu diketahui bahwa mutu ikan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain yang terpenting sebagai berikut (Hadiwiyoto, 1993):

- Daerah penangkapan ikan, karena ada kaitannya dengan suhu lingkungan kehidupan ikan sehingga akan mempengaruhi jumlah dan jenis mikrofloranya. Adanya pencemaran pada daerah-daerah tertentu kemungkinan besar dapat mempengaruhi cita rasa daging ikan.
- Metode atau cara penangkapan dan pendaratan hasil perikanan termasuk juga jarak pengangkutan dari tempat penangkapan ke tempat pendaratan.
- Cara penanganan pasca panen hasil perikanan, misalnya peralatan yang digunakan, penggunaan bahan-bahan pendinginan (es), cara penyimpanan dan lain sebagainya.
- Keadaan cuaca, terutama suhu.

2.9 Proses Pembusukan Ikan

Segera setelah ikan mati akan mengalami perubahan-perubahan yang mengarah pada pembusukan yang disebabkan oleh aktifitas bakteri, perubahan kimiawi yang ditimbulkan oleh enzim-enzim serta proses oksidasi lemak ikan oleh udara. Zaitsev et al. (1969) dalam Septarina (1999) menyatakan bahwa penurunan mutu ikan terdiri dari empat tahap, yaitu : hiperaemia (pre-rigor), rigor mortis, autolisa dan penyerangan bakteri.



2.9.1 Rigor mortis

Peristiwa rigor mortis terdiri dari tiga tahap, yaitu : pre-rigor, rigor mortis, dan post rigor. Tahap pre-rigor yaitu saat terjadinya pelepasan lendir dan kelenjar dibawah kulit ikan yang akan membentuk lapisan bening tebal di sekeliling tubuh ikan. Keadaan pre-rigor terjadi saat jaringan otot masih lembut dan lentur, secara biokimia ditandai dengan menurunnya kadar ATP dan kreatin posfat (Eskin, 1990).

Tahap rigor mortis ditandai dengan keadaan otot yang kaku dan keras. Hilangnya kelenturan ikan berhubungan dengan terbentuknya aktomiosin yang berlangsung lambat pada tahap awal dan kemudian menjadi cepat pada tahap selanjutnya. Setelah itu tahap post-rigor yang ditandai dengan mulai melunaknya otot ikan secara bertahap (Eskin, 1990).

Lamanya rigor tergantung pada suhu lingkungan dan cara ikan mengalami kematian. Ikan yang langsung dibunuh secepatnya setelah ditangkap memiliki masa rigor yang lebih lama. Demikian pula dengan penurunan suhu lingkungan menyebabkan terjadinya rigor lebih lama.

Rigor mortis dianggap penting dalam industri perikanan, selain dapat memperlambat pembusukan oleh mikroba, juga sebagai petunjuk bagi konsumen bahwa ikan dalam keadaan sangat segar (Eskin, 1990; dan Moeljanto, 1992).

2.9.2 Penurunan Mutu Akibat Proses Autolisis (Enzimatis)

Proses penguraian secara enzimatis berjalan dengan sendirinya setelah ikan mati dengan mekanisme yang kompleks. Beberapa enzim yang berperan dalam proses ini antara lain : katepsin (dalam daging); tripsin, kemotripsin, dan pepsin (dalam organ pencernaan); serta enzim dari mikroorganisme yang terdapat dalam tubuh ikan. Enzim-enzim yang dapat menguraikan protein berperan penting dalam proses penurunan mutu ikan (Moeljanto, 1992).

Menurut Zaitzev et al, (1969) dalam Aidil (1998), proses autolisis ikan lebih banyak dihubungkan dengan proses penguraian (hidrolisa) protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Pada proses autolisis, protein akan diuraikan menjadi

peptone, polipeptida dan asam-asam amino. Disamping itu hidrolisis protein membentuk sedikit bau purin dan pirimidin.

Penguraian protein dan lemak dalam autolisis akan menyebabkan perubahan bau (flavor), tekstur dan penampakan ikan dan enzim-enzim yang berperan dalam proses autolisis terutama adalah enzim proteolitik, hal ini berhubungan dengan kadar protein ikan yang relatif tinggi. Dalam perut ikan, khususnya cairan lambung ikan ditemukan enzim pepsin, sedangkan pada usus ikan terdapat tripsin. Enzim pepsin dan tripsin mempunyai pH optimal sekitar netral dan keduanya merupakan enzim-enzim pencernaan (Moeljanto, 1992).

2.9.3 Penurunan Mutu Akibat Proses Kimiawi

Pada proses penurunan mutu secara kimiawi yang menonjol kegiatannya adalah perubahan yang disebabkan oleh oksidasi lemak pada ikan yang mengakibatkan bau atau rasa tengik, sehingga gejala ini dinamakan ketengikan oksidatif (*Oxidative rancidity*). Disamping itu rupa ikan dan dagingnya berubah kearah coklat kusam (Ilyas, 1983).

Menurut Winarno (1984), ketengikan disebabkan oleh otooksidasi dimulai radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Otooksidasi dimulai dengan pembusukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lunak atau hidroperoksida, logam-logam berat seperti Cu, Fe, Co, dan Mn; logam forfirin seperti hematin, haemoglobin, klorofil, dan enzim lipoksidase.

2.9.4 Penurunan Mutu Akibat Aktifitas Bakteri

Ikan dalam keadaan hidup, tanpa suatu kerusakan kulitnya dapat menghalangi penyerangan bakteri karena kulit merupakan penghalang. Ketika ikan mati, penghalang tadi tidak bekerja lagi sehingga bakteri dapat menyerang. Enzim yang disekresikan bakteri segera mencernakan jaringan tubuh ikan menjadi komponen-komponen yang dapat diserap guna pertumbuhannya. Tingkat kebusukan pada ikan tergantung dari jumlah bakteri awal, temperatur ikan, serta jangka waktu sejak ikan mengalami kematian (Clucas, 1985).

Jenis bakteri patogen yang kemungkinan ada di setiap sampel adalah bakteri koliform seperti *Escherichia coli*. Meskipun begitu, pada kondisi tertentu perlu diperhatikan suhunya saat terjadinya kontaminasi, untuk mengukur satu atau dua proses kontaminasi yang terjadi yang dilakukan bakteri patogen yang spesifik yaitu *Staphylococcus aureus* atau bakteri koagulasi positif yaitu *Salmonella sp* (Connel, 1975).

Beberapa jenis bakteri pembusuk yang biasa ditemukan pada ikan adalah *Pseudomonas*, *Flavobakter*, *Micrococcus*, dan *Bacillus* (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Bakteri pada ikan terkonsentrasi pada selaput lendir permukaan kulit, insang, dan rongga perut (Hadiwiyoto, 1993). Bakteri jenis *Achromobacter*, *Pseudomonas*, dan *Flavobacterium* memiliki ketahanan suhu yang luas terhadap suhu pengesan (Frazier dan Dennis, 1988).

Senyawa-senyawa yang dihasilkan dalam dekomposisi bakterial dapat digunakan sebagai indikator tingkat kesegaran ikan atau kebusukan ikan. Senyawa-senyawa yang dapat digunakan sebagai parameter tingkat kesegaran ikan diantaranya adalah indol, H_2S , hipoxantin, histamin, Total Volatil Basa (TVB), dan Trimethylamine (TMA) (Zaitzev *et al*, 1969 dalam Aidil, 1998).

3. METODOLOGI

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan instrumen pengukur kesegaran ikan berupa komponen-komponen elektronika yaitu :

- Resistor
- Kapasitor
- Transformator
- Dioda
- Integrated Circuit (IC)
- Potensiometer
- Trimpot
- Panel miliAmperemeter
- Soket IC
- Pilot Lamp
- Printed Circuit Board (PCB)
- Saklar
- Timah solder
- Kabel + Colokan AC
- Kabel warna & isi tunggal
- Selotape
- Amplas

Dalam pengukuran nilai Total Volatil Basa (TVB), nilai kadar air dan uji organoleptik digunakan bahan-bahan sebagai berikut :

- Sampel Ikan Tongkol
- Es curai
- Larutan TCA 5 %
- NaOH 2 M

- NaOH 0,01 M
- HCL 0,01 M
- Metil Red
- Metil Blue
- Alkohol
- Aquades

3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam merancang instrumen pengukur kesegaran ikan adalah :

- Multitester digital
- Multitester analog
- Bread board
- Solder
- Penyedot timah
- Testpen
- Tang
- Pinset
- Gunting
- Obeng
- Bor
- Spidol

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran nilai Total Volatil Basa (TVB), nilai kadar air dan uji organoleptik adalah :

- Timbangan analitik
- Waring blender
- Sentrifuse
- Alat destilasi Kjeldahl
- Biuret
- Erlenmeyer

- Gelas ukur
- Gelas piala
- Pipet
- Biuret
- Kertas saring
- Desikator
- Oven
- Cawan porselin
- Cool Box
- Piring

Dalam pengukuran suhu ruang dan kelembaban udara digunakan termometer dan RH meter.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui selang nilai tahanan listrik pada ikan tongkol sehingga perancangan instrumen pengukur kesegaran ikan dapat disesuaikan dengan nilai tahanan ikan tongkol. Dalam penelitian pendahuluan juga akan diamati besarnya perubahan nilai tahanan listrik dalam tiap satuan waktu sehingga memudahkan dalam perancangan pengatur skala panel meter.

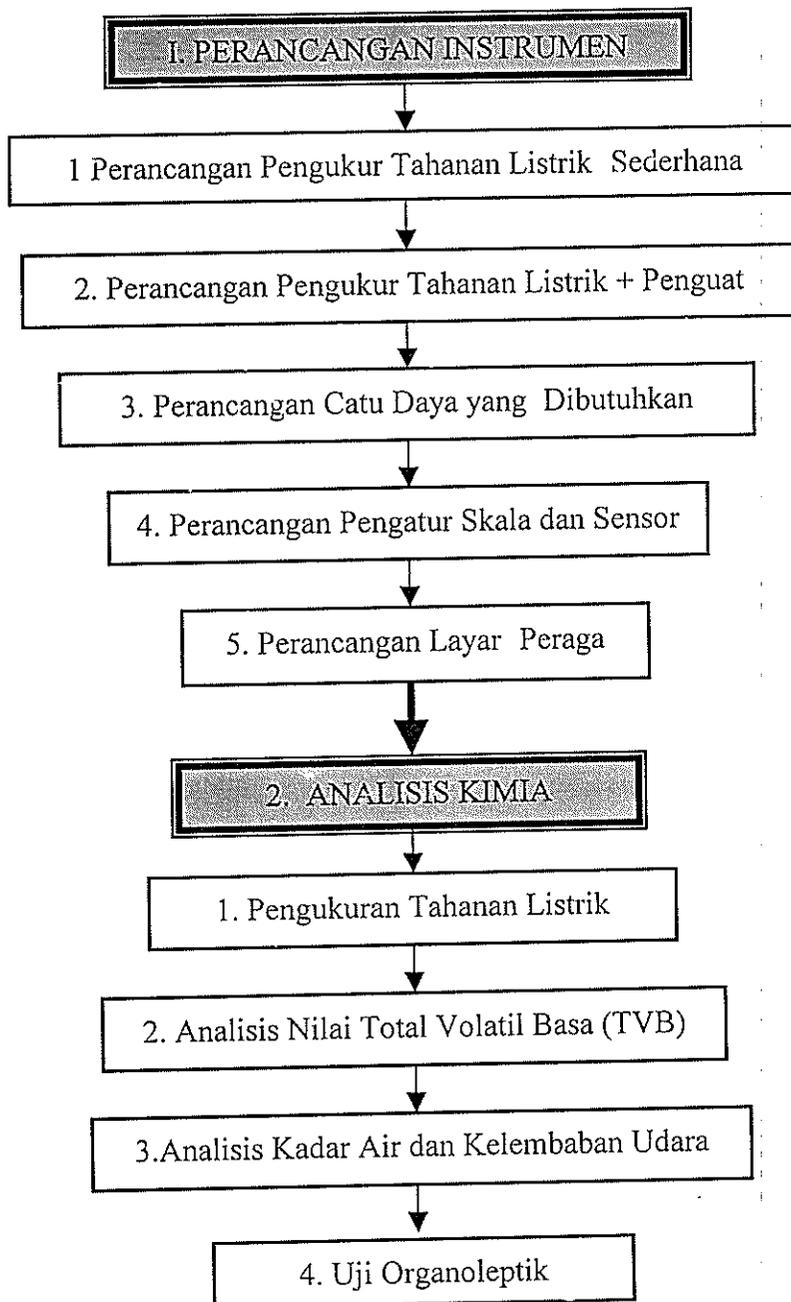
3.2.2 Penelitian utama

Penelitian utama meliputi perancangan alat (instrumen) secara bertahap yaitu perancangan pengukur tahanan listrik (ohmmeter) sederhana, perancangan pengukur tahanan listrik (ohmmeter) dengan penguat, perancangan catu daya yang dibutuhkan, perancangan pengatur skala sesuai kebutuhan, kemudian perancangan peraga (panel display) dan sensor.

Pengujian kimiawi ikan tongkol dilakukan untuk mengetahui nilai kesegaran ikan tongkol melalui analisis nilai Total Volatil Basa (TVB) dan nilai kadar air untuk

Selain itu dilakukan uji organoleptik, pengukuran suhu, dan kelembaban udara ruang untuk melengkapi analisis nilai TVB dan kadar air.

Prosedur penelitian selengkapnya disajikan pada gambar berikut :

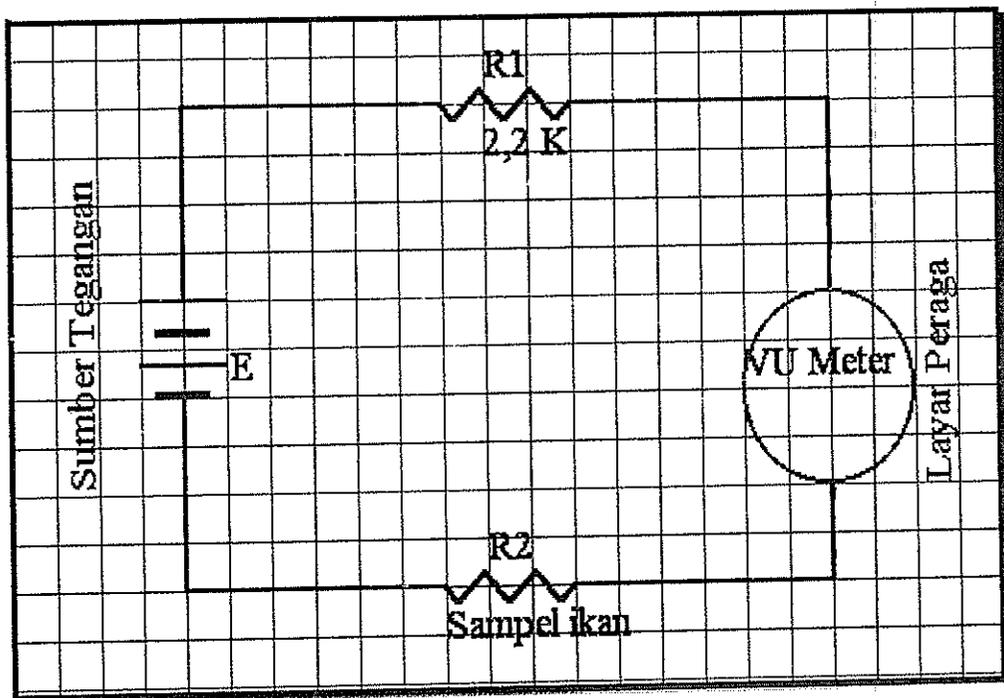


Gambar 9. Skema Prosedur Kerja Penelitian

3.3 Perancangan Instrumen

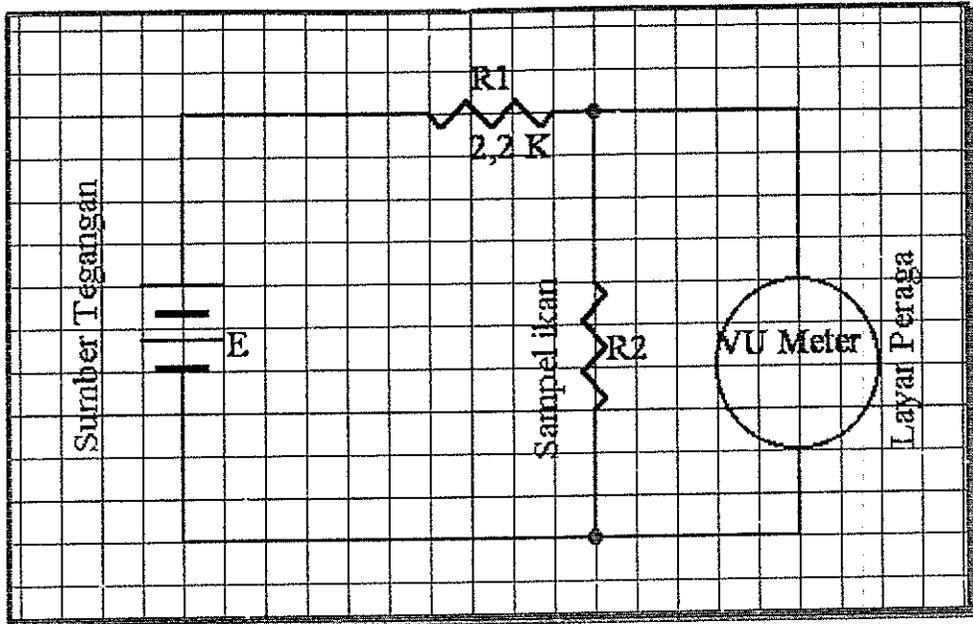
3.3.1 Perancangan Ohmmeter Sederhana

Perancangan pengukur tahanan listrik (Ohmmeter) sederhana dilakukan pada papan rangkaian uji coba (*bread board*). Ohmmeter yang dirancang terdiri dari dua jenis yaitu Ohmmeter yang dirangkai secara seri (Gambar 10) dan Ohmmeter yang dirangkai secara paralel (Gambar 11).



Gambar 10. Rangkaian Ohmmeter sederhana yang dirangkai seri

Pengukur tahanan listrik (Ohmmeter) sederhana yang dirangkai secara seri memiliki jangkauan ukur 0 sampai 98 K Ω , sedangkan pengukur tahanan listrik (Ohmmeter) sederhana yang dirangkai paralel memiliki jangkauan ukur 0 sampai 60 K Ω . Kelemahan dari kedua Ohmmeter sederhana ini yaitu perubahan nilai tahanan listrik dari ikan tidak terlihat karena selang nilai pengukuran tahanan yang besar dengan layar peraga yang terbatas. Selain itu skala pengukuran yang dihasilkan tidak linier sehingga pada nilai tahanan yang besar skala ukurnya berhimpit.



Gambar 11. Rangkaian Ohmmeter sederhana yang dirangkai paralel

3.3.2 Perancangan Ohmmeter dengan Penguat

Perancangan penguat bertujuan untuk menghasilkan Ohmmeter yang dapat mengukur perubahan nilai tahanan listrik ikan yang kecil dengan jelas. Pada prinsipnya penguat berfungsi memperkuat sinyal tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Pada penelitian ini digunakan dua buah *Integrated Circuit (IC) Op-Amp 741* sebagai penguat. -

IC Op-Amp 741 yang pertama berfungsi sebagai buffer tanpa penguatan sehingga hasil yang diperoleh belum maksimal. Oleh karena itu diperlukan penguat tambahan lagi. Penggunaan *IC Op-Amp 741* yang kedua dimaksudkan untuk lebih memperkuat *IC Op-Amp 741* yang pertama dan memperlihatkan hasil yang cukup memuaskan. Layar peraga memperlihatkan pergerakan jarum penunjuk yang signifikan terhadap nilai tahanan listrik sampel ikan yang diukur.

3.3.3 Perancangan Catu Daya

Sumber tegangan Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) adalah tegangan arus bolak-balik PLN 220V. Perancangan catu daya menggunakan komponen-

regulator, masing-masing LM 7812, LM 7805, LM 7912; serta 5 buah *kapasitor polar* dan 2 buah *kapasitor non polar*.

Trafo *step down* berfungsi menurunkan tegangan bolak-balik 220 V menjadi +12 V yang kemudian disearahkan oleh penyearah yang terdiri dari 4 buah *Dioda*. Arus listrik searah yang dihasilkan diteruskan ke penstabil tegangan yaitu *IC Regulator* LM 7812 yang akan menghasilkan tegangan stabil +12 V, *IC Regulator* LM 7805 yang akan menghasilkan tegangan stabil +5 V, dan *IC Regulator* 7912 yang akan menghasilkan tegangan stabil - 12 V.

Rancangan catu daya dapat mensuplai tegangan stabil yang dibutuhkan yaitu +12 V, +5 V dan - 12 V.

3.3.4 Perancangan Pengatur Skala

Berdasarkan perancangan penguat didapatkan ohmmeter dengan jangkauan ukur dari 0 sampai 30 K Ω . Jangkauan ini dibagi menjadi 6 kelompok skala dengan tujuan untuk memudahkan pembacaan skala pada alat peraga dan pergerakan jarum penunjuk yang nyata terhadap sampel yang diukur terlihat jelas. Peningkatan daya hambat sebesar 0,5 K Ω dapat dengan mudah terbaca oleh pergerakan jarum pada layar peraga.

Pengelompokan 6 skala ukur guna memudahkan pembacaan nilai pada peraga adalah sebagai berikut :

1. Skala 0 - 5 K Ω dengan kabel berwarna putih
2. Skala 5 - 10 K Ω dengan kabel berwarna hitam
3. Skala 10 - 15 K Ω dengan kabel berwarna abu-abu
4. Skala 15 - 20 K Ω dengan kabel berwarna biru
5. Skala 20 -25 K Ω dengan kabel berwarna orange
6. Skala 25 - 30 K Ω dengan kabel berwarna hijau

Untuk memudahkan dalam mengingat kisaran setiap skala tersebut yaitu dengan memberi kabel yang warnanya berbeda-beda pada setiap kisaran skala. Pengatur skala ini dilengkapi dengan saklar putar (*Switch*), sehingga perpindahan skala ukur dapat langsung dilakukan dengan memutar saklar putar.

3.3.5 Perancangan Peraga (*Panel Display*) dan Sensor

Perancangan peraga sangat penting karena sebagai penunjuk atau pemberi informasi tentang berapa besar nilai tahanan listrik yang diukur pada sampel ikan. Perancangan peraga memperhatikan hasil yang didapatkan dari perancangan penguat. Dari hasil perancangan penguat ternyata peraga analog sudah cukup mendukung penampilan keseluruhan instrumen. Pada penelitian ini digunakan peraga VU Meter dengan nilai pada layar disesuaikan dengan nilai tahanan listrik.

Peraga dibuat untuk memberikan informasi pada pengukuran nilai tahanan dari 0 - 30 K Ω yang dihasilkan dari perancangan pengatur skala. Nilai tahanan pada layar harus berdasarkan titik ukur yang telah dirancang yaitu 0 K Ω , 1 K Ω , 2 K Ω , 3 K Ω , 4 K Ω , dan 5 K Ω . Titik - titik nilai tahanan tersebut digambar pada layar peraga.

Perancangan sensor berdasarkan sensor yang digunakan alat ukur *Multitester*, yaitu 2 buah lempeng (kawat) tembaga sebagai *Probe* terminal positif dan *Probe* terminal negatif.

3.4 Pengamatan

3.4.1 Persiapan sampel

Persiapan sampel yang akan dilakukan pada penelitian pendahuluan dan penelitian utama adalah sama, yaitu sampel ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diperoleh dari pasar ikan Kramat Jati, Jakarta Timur, ditransportasikan ke laboratorium percobaan dengan menggunakan cool box yang berisi es curai. Dalam pengambilan sampel, diusahakan agar sampel masih dalam keadaan sangat segar sehingga perubahan nilai mutu dan nilai tahanan listrik dapat teramati.

Sampel segera diukur nilai tahanan listriknya kemudian dianalisis nilai TVB dan kadar air-nya tiap dua jam sampai jam ke-14. Pada saat yang bersamaan juga dilakukan uji organoleptik, pengukuran suhu dan kelembaban udara ruang.

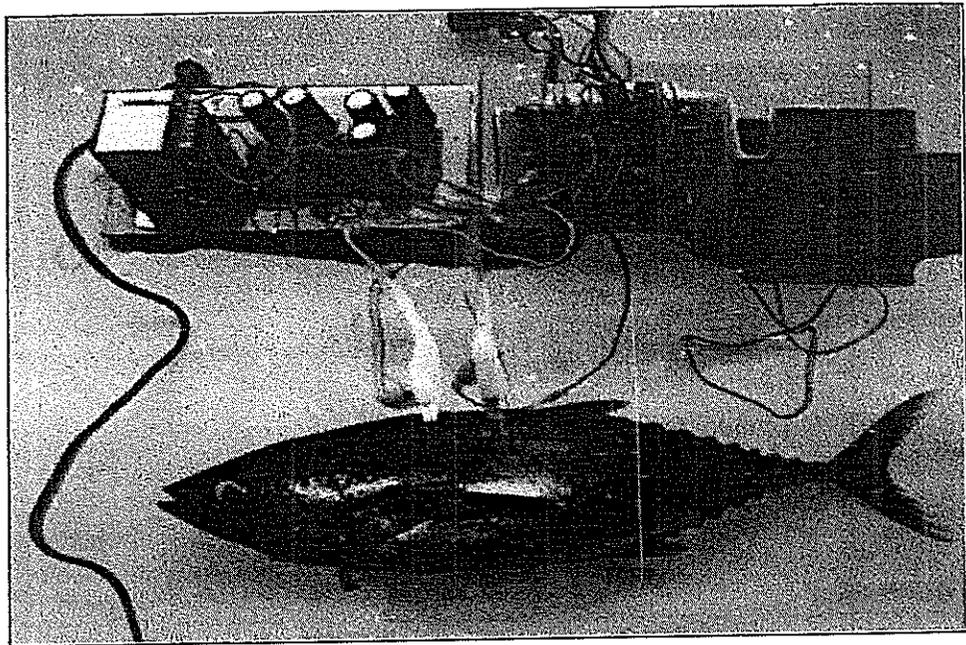
3.4.2 Pengukuran nilai Tahanan Listrik

Prinsip dari pengukuran nilai tahanan listrik daging ikan tongkol adalah mengalirkan arus listrik ke daging ikan sehingga dapat terukur seberapa besar nilai

arus yang dapat dihambat oleh daging ikan. Nilai yang terukur merupakan nilai tahanan listrik daging ikan.

Cara pengukurannya adalah sampel ikan diletakkan diatas meja percobaan, disiapkan instrumen pengukur kemudian tahanan listrik diukur dengan cara menusukkan ujung kawat tembaga (sensor) alat kedalam daging punggung ikan dengan jarak tancap ± 2 cm. Bila jarum penunjuk nilai tahanan listrik tidak berada dalam jangkauan ukur (tidak bergerak atau melewati nilai maksimal), pengatur skala (saklar putar) digeser sampai jarum penunjuk menunjukkan nilai tertentu dalam skala ukur (Gambar 12).

Nilai yang terukur pada instrumen dicatat setelah jarum penunjuk stabil (tidak bergerak). Pengukuran dilakukan setiap dua jam sekali sampai jam ke-14 dan selama pengukuran ikan disimpan pada suhu ruang.



Gambar 12. Pengukuran Tahanan Listrik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

3.4.3 Penetapan nilai Total Volatil Basa (TVB) (Apriantono *et al.*, 1988)

Prinsip penetapan nilai TVB adalah menguapkan senyawa basa volatil (amonia, mono-trimetil amin dan lain-lain) yang terdapat dalam ekstrak sampel (daging ikan). Senyawa-senyawa tersebut diikat oleh HCL kemudian dititrasi dengan NaOH.

Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut : 25 gram sampel yang sudah digiling dan 100 ml larutan TCA 5% (w/v) dicampur dalam *waring blender* selama 1 menit. Larutan tersebut dipisahkan dengan menggunakan *sentrifuse* dan disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtrat jernih. Filtrat sebanyak 5 ml dimasukkan kedalam alat destilasi *Kjeldahl* semi mikro dan ditambahkan 5 ml NaOH 2 M.

Setelah itu dilakukan destilasi dimana destilat ditangkap dengan 15 ml HCL 0,01 M standar. Beberapa tetes merah fenol ditambahkan kedalam hasil dari destilat lalu dititrasi dengan menggunakan NaOH 0,01 M sampai tercapai titik terakhir.

Penetapan nilai TVB dalam penelitian ini dilakukan setiap dua jam mulai jam ke-0 sampai jam ke-14 dan selama pengukuran sampel ikan disimpan pada suhu ruang.

Perhitungan kadar TVB adalah :

$$\text{TVB (mg N/100 g)} = \frac{14 (100 + W) \times (V_0 - V_1) \times 0,01}{5} \times \frac{100}{M}$$

Keterangan :

- 14 = Bobot atom N
- 100 = Volume larutan TCA (ml)
- W = Jumlah air dalam bahan (gram)
- V_0 = Volume titrasi blanko (ml)
- V_1 = Volume NaOH 0.01 M pentiter (ml)
- 0,01 = Konsentrasi NaOH (M)
- 5 = Jumlah larutan filtrat untuk destilasi (ml)

M = Berat sampel (gr)

100 = Angka konversi

3.4.4 Pengukuran Kadar Air (Apriantono *et al.*, 1988)

Prinsip pengukuran kadar air adalah mengeringkan sampel dalam oven dengan suhu antara 100-105 °C sampai memiliki berat stabil. Prosedurnya adalah cawan porselin kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Sampel sebanyak 5 gram dihomogenkan dan ditimbang dalam cawan setelah itu cawan beserta isinya dimasukkan kedalam oven selama 6 jam. Jika telah selesai pengeringan cawan dipindahkan kedalam desikator dan didinginkan, setelah itu ditimbang cawan dan isinya. Pengeringan dilanjutkan sampai diperoleh berat tetap.

Pengukuran kadar air dalam penelitian ini dilakukan setiap dua jam mulai jam ke-0 sampai jam ke-14 dan selama pengukuran sampel ikan disimpan pada suhu ruang.

Perhitungan kadar air yaitu :

$$\text{Kadar Air (\% berat basah)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

W_1 = Berat sampel awal (gram)

W_2 = Kehilangan berat (gram)

3.4.5 Uji Organoleptik

Metode yang digunakan untuk uji organoleptik adalah dengan *scoring test* berdasarkan SNI-01-2346-1992. Metode ini menggunakan skala angka yang berkisar antara 1 sampai 9. Pengujian organoleptik merupakan cara pengujian yang bersifat subyektif dengan menggunakan indera yang ditujukan terhadap penampakan, bau, konsistensi daging dan perut. Untuk pengujian secara organoleptik dilakukan oleh 15 orang panelis.

Prosedur uji organoleptik ikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yang di uji dianggap seragam baik ukuran, bentuk, berat, dan waktu tangkap.
2. Ikan yang digunakan dalam kondisi segar dan disimpan dalam *Cool Box* berisi es curai.
3. Ikan yang digunakan untuk pengamatan selama 14 jam dalam suhu ruang dikeluarkan dari *Cool Box* 14 jam sebelum organoleptik dimulai.
4. Ikan yang digunakan untuk pengamatan selama 12 jam dalam suhu ruang dikeluarkan dari *Cool Box* 12 jam sebelum organoleptik dimulai.
5. Demikian seterusnya untuk ikan yang diamati setelah 10 jam, 8 jam, 6 jam, 4 jam, 2 jam, sampai 0 jam pengamatan dalam suhu ruang.
6. Pada saat 0 jam semua ikan yang akan di uji berada diatas meja percobaan dan dinilai oleh panelis satu persatu.

3.4.6 Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara

Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu dan kelembaban udara ruang yang dapat mempengaruhi nilai kadar air dan TVB sampel. Pengukuran suhu ini menggunakan termometer, sedangkan pengukuran kelembaban udara menggunakan RH meter.

Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan setiap dua jam mulai jam ke-0 sampai jam ke-14 dan selama pengukuran sampel ikan disimpan pada suhu ruang.

3.5 Analisa data dan perancangan rangkaian

Data nilai tahanan listrik pada daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*), data nilai Total Volatil Basa (TVB) dan kadar air yang didapat selama penelitian diolah dengan analisis model regresi linier sederhana. Perancangan rangkaian elektronika dilakukan dengan software *Protel for Windows 2.0*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Instrumen

Perancangan prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) memperhatikan aturan-aturan yang berlaku/berkaitan dengan bidang elektronika karena komponen penyusun instrumen ini adalah komponen-komponen elektronika yang bekerja sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki masing-masing komponen.

Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan ini dirancang untuk memudahkan pengukuran/pendeteksian kesegaran ikan secara obyektif, langsung tanpa memerlukan waktu yang lama, dan hemat biaya. Perancangan prototipe IPKI mempertimbangkan faktor-faktor seperti obyek yang akan diukur/diteliti, ketersediaan komponen di pasaran, penyediaan tegangan sumber, kemampuan pengukuran, catu daya yang dibutuhkan, pengoperasian dan kekompakan instrumen, portabilitas, dan tentu saja biaya pembuatan instrumen.

Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) merupakan suatu alat elektronika yang terdiri dari beberapa unit penyusun yang menjadi satu kesatuan rangkaian alat. Unit-unit tersebut adalah unit pencatu daya penstabil tegangan, unit penguat, unit pengatur skala ukur, unit sensor, dan unit peraga (panel display). Masing-masing unit memiliki fungsi yang berbeda dengan komponen penyusun yang berbeda pula namun saling melengkapi satu sama lain.

4.1.1 Hasil Rancangan Unit Pencatu Daya Penstabil Tegangan

Perancangan catu daya dilakukan dengan memperhatikan nilai tegangan yang dibutuhkan unit lainnya dari IPKI. Dari hasil perancangan unit penguat, unit pengatur skala ukur, unit sensor, unit peraga (panel display) dibutuhkan catu daya yang mampu mensuplai tegangan stabil sebesar +5 Volt, +12 Volt, dan -12 Volt.

Pada catu daya ini digunakan komponen *Transformator* 1 Ampere yang berfungsi menurunkan tegangan AC 220 Volt menjadi +12 Volt; *Dioda* yang berfungsi menyearahkan arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC); *IC*

Regulator yang berguna menghasilkan tegangan stabil sebesar +5 V, +12V, dan -12 V; lima buah *Kapasitor elektrolit* 1000 μ F dan dua buah *Kapasitor* 100 nF.

Pengujian terhadap unit catu daya memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan dimana catu daya yang dihasilkan ternyata mampu mensuplai tegangan yang dibutuhkan secara stabil sebesar +5 Volt, +12 Volt dan -12 Volt. Pengujian hasil keluaran tegangan stabil yang dihasilkan pencatu daya dilakukan melalui pengukuran dengan menggunakan *Multitester Digital* secara berulang-ulang. Rangkaian unit pencatu daya dapat dilihat pada Gambar 14.

4.1.2 Hasil Rancangan Unit Penguat

Unit penguat merupakan bagian utama dari Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) yang menjadi penentu performa instrumen dalam pengukuran nilai tahanan listrik daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Perancangan unit-unit lainnya sangat dipengaruhi oleh kemampuan penguatan tegangan unit penguat dan masukan tegangan yang dibutuhkan.

Unit penguat berfungsi menguatkan sinyal tegangan yang dihasilkan oleh sensor yang kemudian diteruskan ke unit peraga. Kemampuan penguatan terlihat pada unit peraga berupa pergerakan jarum penunjuk yang stabil dan mampu memberikan nilai yang berbeda pada skala ukur yang sempit.

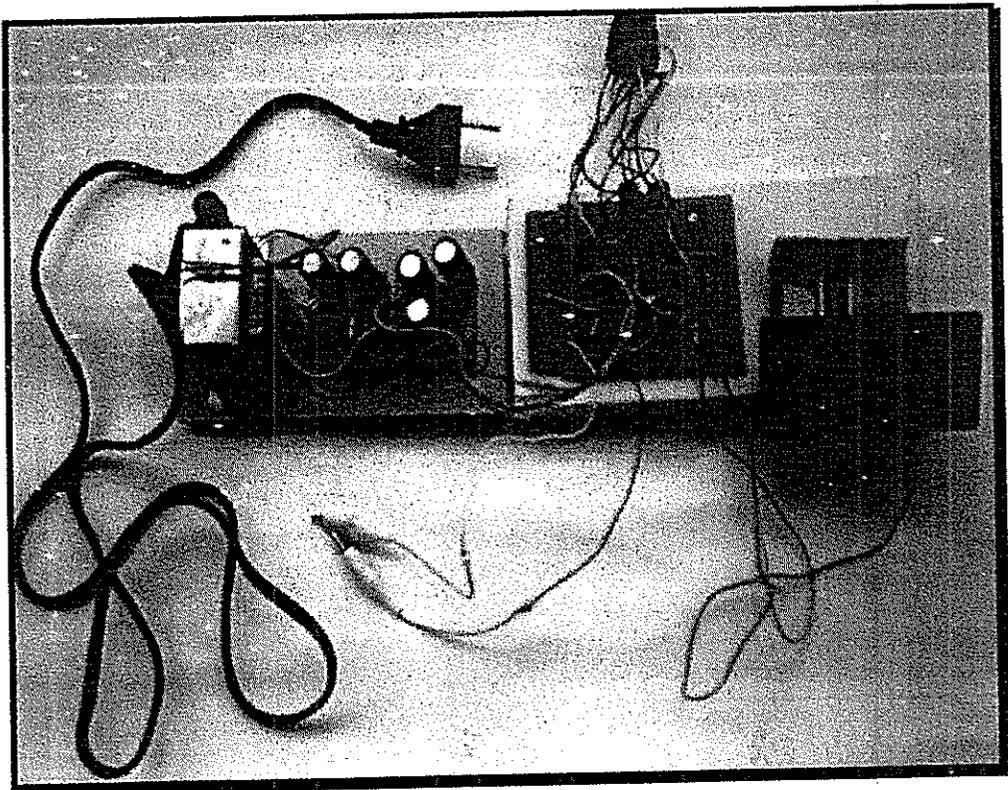
Gambar rangkaian unit penguat dapat dilihat pada Gambar 15 dan dari gambar tersebut terlihat bahwa unit ini terdiri dari dua buah IC Opamp 741, enam buah resistor masing-masing bernilai 3,3 K Ω ; 5 K Ω ; 10 K Ω ; 10 K Ω ; 47 K Ω ; dan 47 K Ω . Penggunaan dua buah penguat Opamp 741 dimaksudkan agar hasil penguatan menjadi lebih baik dan nilai tahanan yang terdeteksi oleh sensor dapat ditunjukkan dengan jelas oleh unit peraga.

Hasil rancangan unit penguat pada Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) sudah sesuai dengan harapan dimana didapatkan tegangan penguatan yang diinginkan yaitu sebesar 0 sampai 3 Volt. Kemampuan unit penguat cukup mendukung daya ukur instrumen secara keseluruhan.

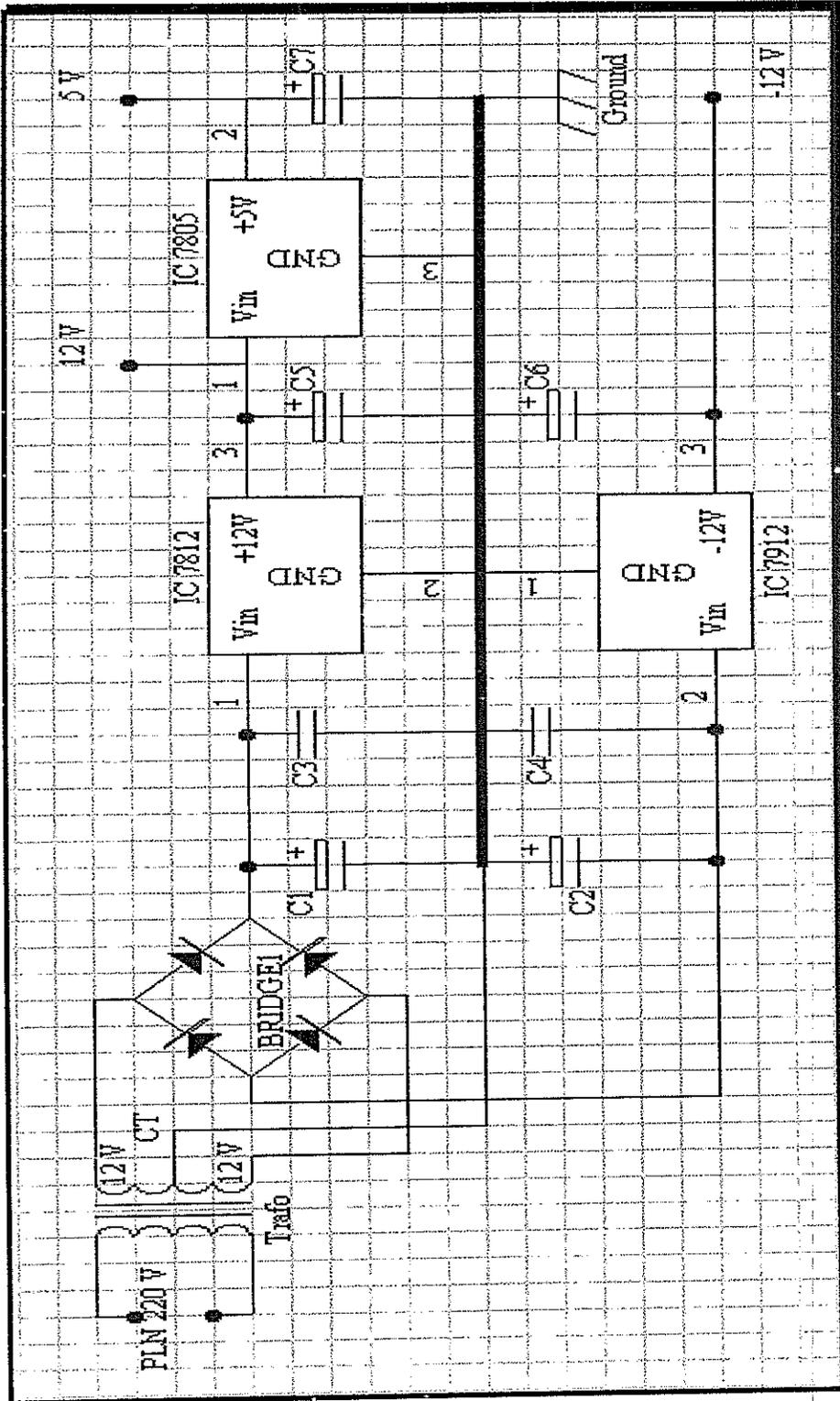
4.1.3 Hasil Rancangan Unit Sensor

Rancangan unit sensor Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) mengacu pada sensor yang digunakan oleh alat ukur *Multitester* baik analog maupun digital. Sensor yang digunakan berupa dua utas kawat tembaga (kabel isi tunggal) yang saat pengukuran, ditusukkan/ditancapkan langsung pada tubuh ikan. Jarak tancap antara dua kawat sekitar 2 cm.

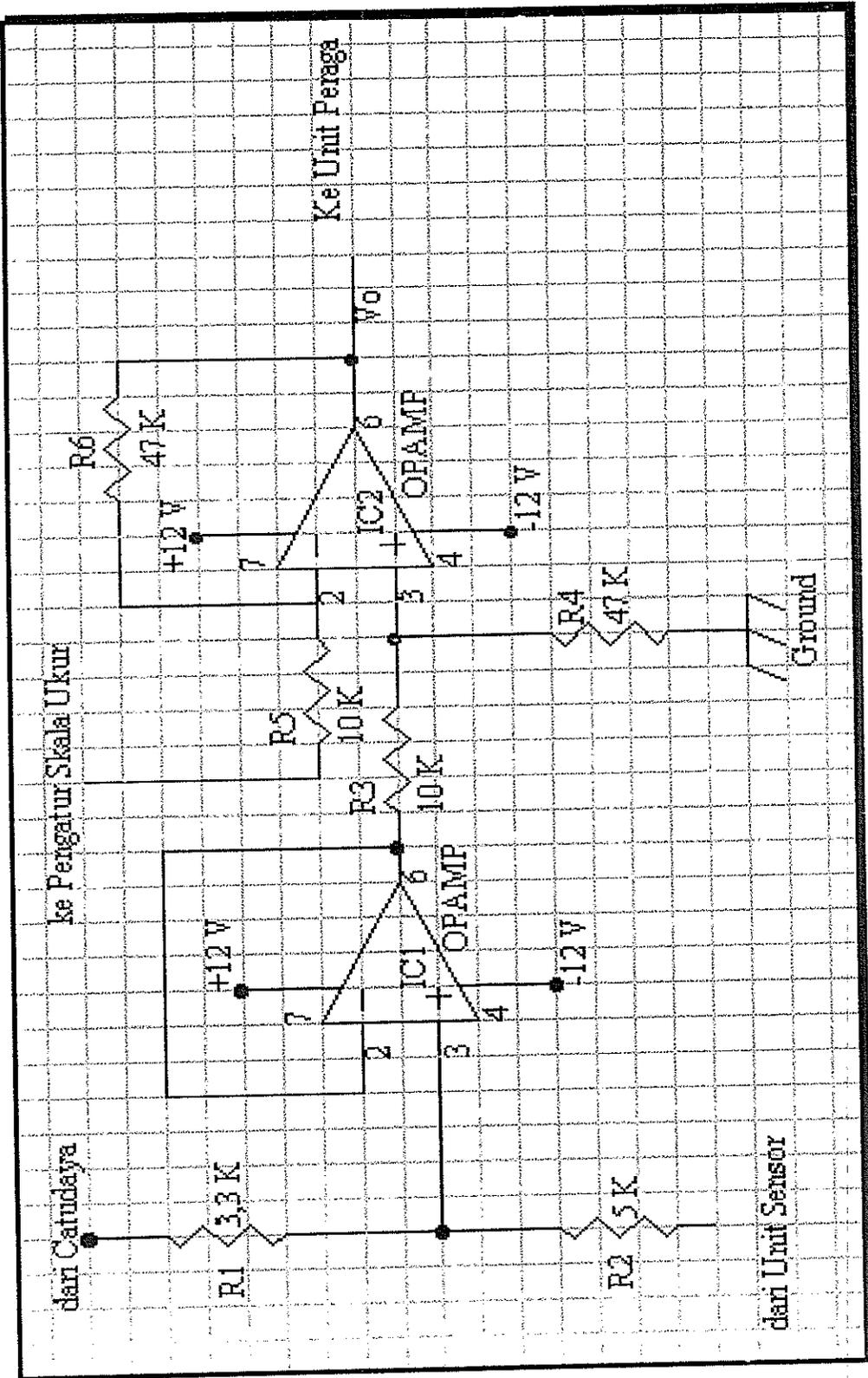
Arus listrik yang mengalir melalui sensor ke daging ikan akan mengalami hambatan sebesar nilai tahanan listrik ikan yang terukur pada unit peraga (panel display).



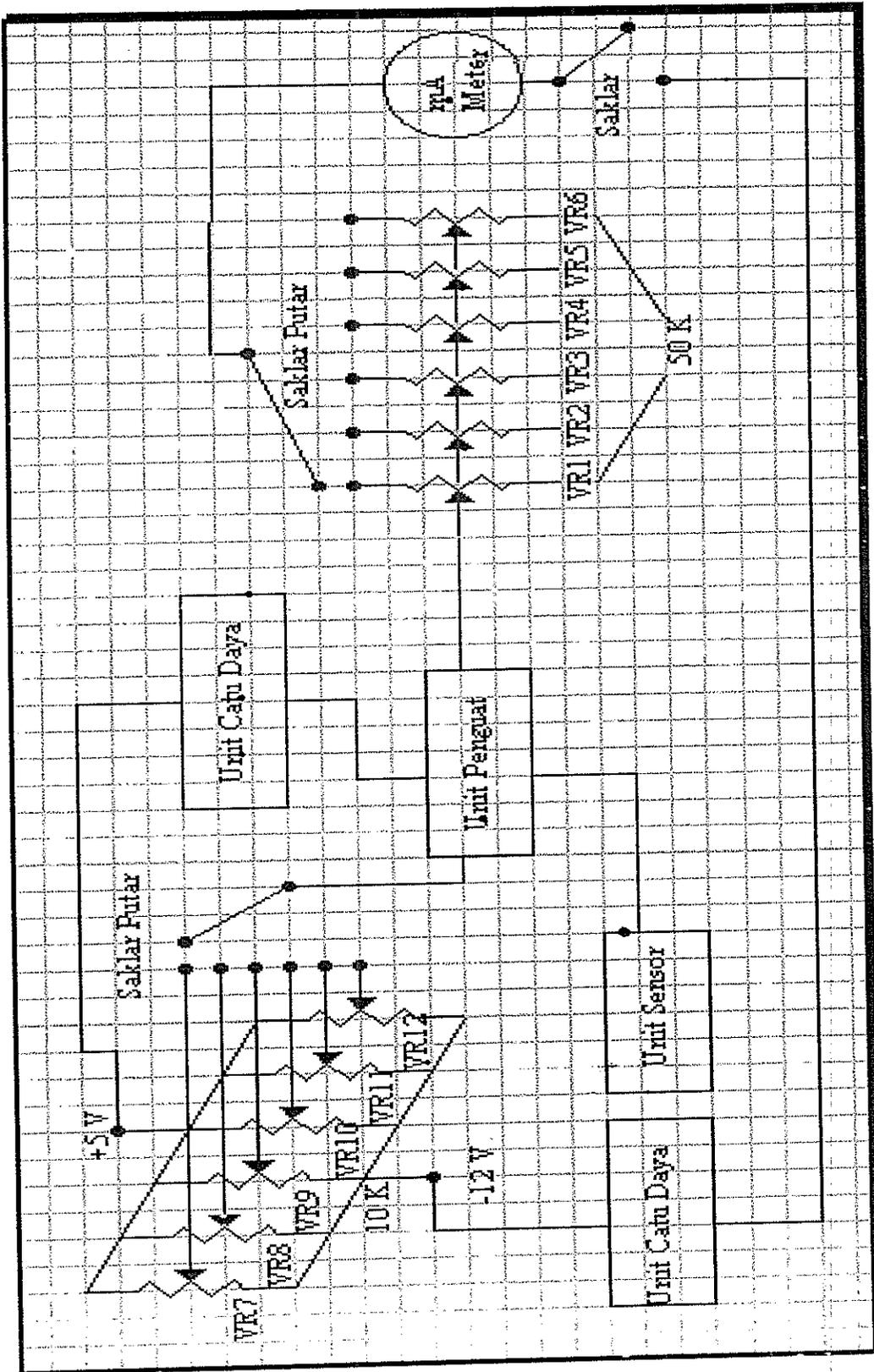
Gambar 13. Prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI)



Gambar 14. Rangkaian Unit Pencatu Daya Penstabil Tegangan



Gambar 15. Rangkaian Unit Penguat



Gambar 16. Rangkaian Unit Pengatur Skala dan Unit Peraga

4.1.4 Hasil Rancangan Unit Pengatur Skala

Rancangan unit pengatur skala meliputi pengatur skala maksimum dan pengatur skala minimum. Pengatur skala maksimum terdiri atas enam buah tripotensiometer 50 K Ω yang terhubung langsung dengan kaki enam IC Opamp (Unit Penguat) dan terhubung juga dengan unit peraga. Pengatur skala minimum terdiri dari enam buah tripotensiometer 10 K Ω yang dihubungkan dengan kaki dua IC Opamp (Unit Penguat) dan terhubung juga ke catu daya. Rangkaian unit pengatur skala dapat dilihat pada Gambar 16.

Unit pengatur skala ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat meningkatkan daya ukur Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) yang meliputi pergerakan jarum penunjuk yang jelas saat diberi perubahan tahanan tetap yang kecil. Skala ukur dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan dengan memutar saklar pengatur skala.

Hasil perancangan unit pengatur skala memungkinkan instrumen dapat mengukur tahanan listrik daging ikan dengan ketelitian yang cukup tinggi. Jangkauan ukur pengatur skala yaitu 0 – 30 K Ω , dibagi dalam enam skala pengukuran yaitu 0 – 5 K Ω , 5 – 10 K Ω , 10 – 15 K Ω , 15 – 20 K Ω , 20 – 25 K Ω , dan 25 – 30 K Ω . Dengan jangkauan yang cukup luas dan skala ukur yang sempit unit pengatur skala dapat memperlihatkan hasil yang berbeda saat diberi perubahan tahanan listrik yang kecil.

4.1.5 Hasil Rancangan Unit Peraga (Panel Display)

Unit peraga merupakan unit terakhir yang menyajikan nilai-nilai tahanan listrik daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Seperti pada Gambar 16, unit ini berupa panel miliAmpere meter (VU Meter) yang terhubung langsung dengan unit pengatur skala dan unit pencatu daya.

Pada jalur hubungan unit ini dengan unit pencatu daya dipasang saklar yang dapat memutus dan mengalirkan arus listrik. Pemasangan saklar ini dimaksudkan untuk mencegah kesalahan pengukuran dan kerusakan jarum penunjuk saat sensor yang ditancapkan ke tubuh ikan dicabut dan dibiarkan lama.

Perancangan unit ini diharapkan dapat memperlihatkan nilai tahanan listrik daging ikan saat masih segar sampai ikan benar-benar tidak dapat dikonsumsi (busuk). Nilai minimum yang dapat ditunjukkan jarum penunjuk adalah 0 K Ω dan nilai maksimumnya adalah 30 K Ω .

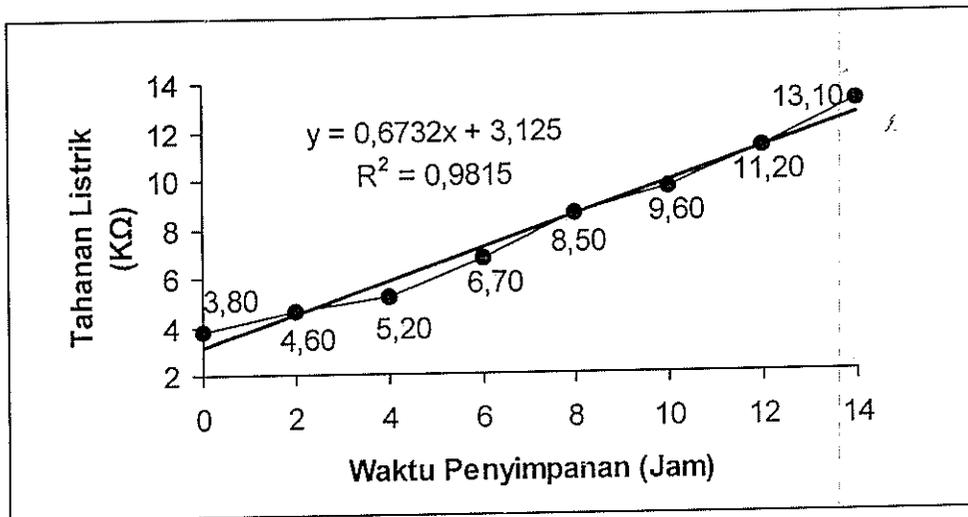
4.2 Hasil Analisis Kimia

4.2.1 Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai TVB

Dari hasil pengukuran terhadap ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) jam didapatkan nilai tahanan listrik daging ikan sebesar 3,80 K Ω pada 0 jam pertama; 4,60 K Ω pada jam ke-2; dan terus meningkat menjadi 5,20 K Ω pada jam ke-4; 6,70 K Ω pada jam ke-6; 8,50 K Ω pada jam ke-8; 9,60 K Ω pada jam ke 10; 11,20 K Ω pada jam ke 12; yang kemudian menjadi 13,10 K Ω pada pengukuran terakhir yaitu jam ke-14. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Nilai Tahanan Listrik dan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Waktu (Jam)	Tahanan Listrik (K Ω)	TVB (mg N/100 g)
0	3,80	23,26
2	4,60	24,42
4	5,20	25,48
6	6,70	27,43
8	8,50	28,15
10	9,60	30,02
12	11,20	33,17
14	13,10	36,74



Gambar 17. Grafik Pola Peningkatan Tahanan Listrik (KΩ) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

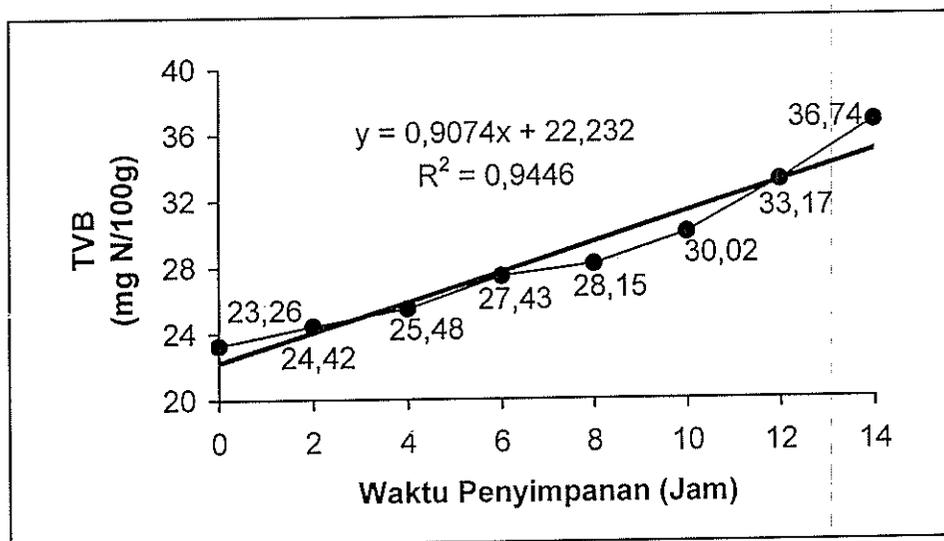
Pada Gambar 17 terlihat jelas pola pergerakan nilai tahanan listrik dimana kenaikannya mengikuti persamaan garis lurus $Y = 0,6732X + 3,125$; dimana X adalah waktu penyimpanan dan Y adalah nilai tahanan listrik. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,9815 yang berarti bahwa pengaruh peubah tak bebas waktu penyimpanan (X) dalam menjelaskan keragaman peubah bebas tahanan listrik adalah sebesar 98,15%. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) ini jelas bahwa waktu pengamatan secara baik dapat menjelaskan nilai tahanan listrik.

Berdasarkan data pada Tabel 4, nilai Total Volatil Basa (TVB) daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) juga mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan pada suhu ruang. Pada pengukuran 0 jam pertama nilai TVB sebesar 23,26 mg N/100 g yang berarti ikan masih cukup segar dan dapat layak dikonsumsi. Pada jam ke-2 nilai TVB naik menjadi 24,42 mg N/100 g, kemudian menjadi 25,48 mg N/100 g pada pengukuran jam ke-4, dan terus naik sampai sebesar 36,74 mg N/100g pada pengukuran terakhir jam ke-14.

Kesegaran ikan berdasarkan nilai Total Volatil Basa (TVB) menurut Farber (1965) dalam Ermaria (1999) di bagi dalam empat tingkatan yaitu :

1. Ikan sangat segar mempunyai nilai TVB lebih kecil dari 10 mg N/100 g sampel.
2. Ikan segar mempunyai nilai TVB antara 10 – 20 mg N/100 g sampel
3. Ikan masih dapat dikonsumsi pada batas kesegaran bila mempunyai nilai nilai TVB antara 20 – 30 mg N/100 g sampel.
4. Ikan tidak dapat dikonsumsi atau sudah busuk apabila nilai TVB-nya lebih besar dari 30 mg N/100 g sampel.

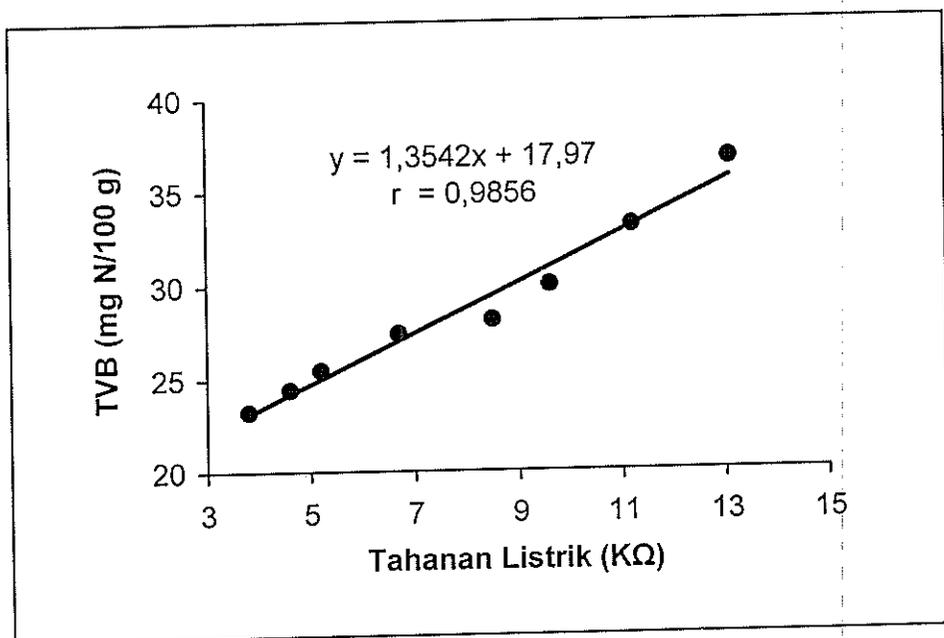
Dari data hasil pengukuran nilai TVB pada Tabel 4, sampel ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) pada penyimpanan 0 jam termasuk pada kategori masih dapat dikonsumsi dimana nilai TVB-nya sebesar 23,26 mg N/100 g. Pada penyimpanan 2 jam, ikan masih dapat dikonsumsi dengan TVB sebesar 24,42 mg n/100 g, demikian pula pada penyimpanan jam ke-4, ke-6 dan jam ke-8 yang nilai TVB berturut-turut 25,48 mg N/100 g, 27,43 mg N/100 g dan 28,15 mg N/100 g. Baru pada penyimpanan jam ke-10 ikan tidak lagi dapat dikonsumsi dimana nilai TVB sudah melewati batas yaitu sebesar 30,02 mg N/100 g. Pada penyimpanan jam ke-12 dan ke-14 kebusukan ikan semakin bertambah dengan nilai TVB sebesar 33,17 mg N/100 g dan 36,74 mg N/100 g.



Gambar18. Grafik Pola Peningkatan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang.

Pada Gambar 18 terlihat pola pergerakan nilai Total Volatil Basa (TVB) dimana kenaikannya mengikuti persamaan regresi $Y = 0,9074 X + 22,232$ dengan X adalah waktu penyimpanan dalam jam dan Y adalah nilai Total Volatil Basa (TVB) dalam mg N/100 g sampel. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,9446 yang berarti peubah tak bebas waktu penyimpanan (X) dapat menjelaskan keragaman nilai peubah bebas TVB (Y) sebesar 94,46%. Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar ini jelas bahwa waktu pengamatan secara baik dapat menjelaskan nilai TVB.

Terjadinya peningkatan nilai TVB daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) selama penyimpanan pada suhu ruang disebabkan oleh adanya aktifitas enzim yang bekerja secara aktif pada kisaran suhu penyimpanan 27 – 31 °C. Enzim-enzim ini terutama enzim proteolitik bekerja merombak protein dalam daging ikan menjadi asam amino dan selanjutnya dipecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti amonia, amine, dan indol yang menyebabkan bau busuk.



Gambar 19. Grafik Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Gambar 19 memperlihatkan hubungan antara tahanan listrik dengan nilai Total Volatil Basa (TVB) yang keduanya sama-sama mengalami peningkatan nilai. Berdasarkan analisis regresi hubungan antara tahanan listrik dengan TVB mengikuti persamaan regresi linier sederhana $Y = 1,3542 X + 17,97$. Koefisien korelasinya adalah sebesar 0,9856 yang berarti antara tahanan listrik dan TVB memiliki keeratan hubungan yang besar. Pada saat terjadi peningkatan nilai TVB berarti akan terjadi peningkatan nilai tahanan listrik demikian juga sebaliknya.

Peningkatan nilai Total Volatil Basa (TVB) akibat meningkatnya kandungan basa nitrogen dalam tubuh ikan yang dihasilkan oleh aktifitas enzim antara lain katepsin (dalam daging); tripsin, kemotripsin, dan pepsin (dalam organ pencernaan); serta enzim dari mikroorganisme yang terdapat dalam tubuh ikan. Ikan yang dibiarkan pada suhu ruang akan cepat mengalami proses pembusukan. Pada proses pembusukan terjadi penguraian (hidrolisa) protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, yaitu pepto, polipeptida dan asam-asam amino. Asam amino kemudian dipecah lagi menjadi senyawa amonia, amine dan indol. Terbentuknya senyawa amonia dan amine inilah yang terukur melalui analisis nilai Total Volatil Basa (TVB).

Dalam hubungannya dengan nilai TVB, meningkatnya nilai tahanan listrik diduga penyebabnya adalah senyawa-senyawa yang terbentuk dari hasil proses hidrolisa protein yaitu amonia dan amine yang bukan merupakan penghantar listrik yang baik melainkan penghambat/penahan arus listrik. Dugaan ini tentunya dengan mengesampingkan faktor-faktor lain seperti kadar air daging ikan, konsentrasi ion-ion lainnya, dan kandungan bakteri dalam daging ikan.

4.2.2 Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai Kadar Air

Dari hasil pengukuran didapatkan nilai kadar air ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang terus menurun selama penyimpanan pada suhu ruang. Nilai kadar air pada pengukuran 0 jam sebesar 75,52 %; kemudian turun menjadi 74,69 % pada jam ke-2; dan seterusnya selalu mengalami penurunan pada jam ke-4, ke-6, ke-8, ke-10,

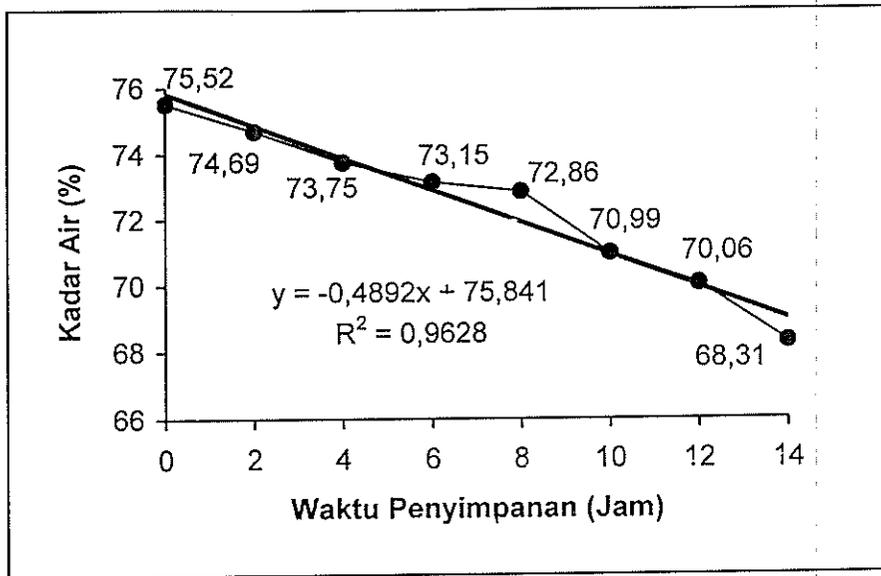
ke-12 dan ke-14 dengan nilai berturut-turut sebesar 73,75 %; 73,15 %; 72,86 %; 70,99 %; 70,06 % dan 68,31 % (Tabel 5).

Pada Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa penurunan kadar air ini erat kaitannya oleh suhu udara ruang tempat penyimpanan ikan berkisar 27 – 31 °C dengan kelembaban udara (RH) yang rendah yang juga selalu mengalami penurunan setiap selang waktu pengukuran.

Kadar air ikan yang dibiarkan pada suhu ruang dengan kelembaban udara yang rendah akan terus turun karena selama penyimpanan, air dari tubuh ikan akan mengalami proses dehidrasi ke lingkungan untuk mencapai kesetimbangan kelembaban antara tubuh ikan yang lebih lembab dengan lingkungan yang kelembabannya rendah.

Tabel 5. Nilai Tahanan Listrik dan Kadar Air Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang dan Nilai Kelembaban Udara Ruang

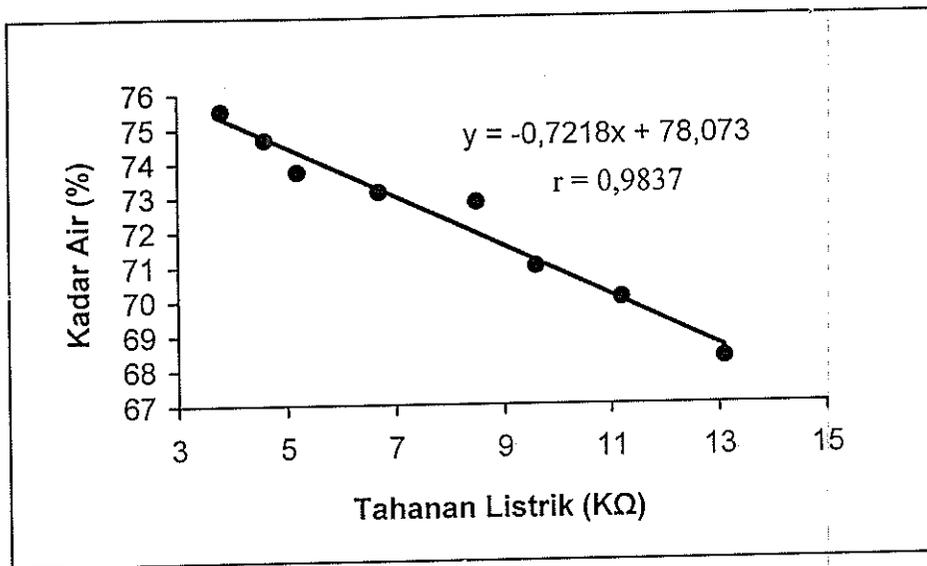
Waktu (Jam)	Tahanan Listrik (K Ω)	Kadar Air (% berat basah)	RH (%)
0	3,80	75,52	67
2	4,60	74,69	62
4	5,20	73,75	62
6	6,70	73,15	61
8	8,50	72,86	57
10	9,60	70,99	55
12	11,20	70,06	54
14	13,10	68,31	53



Gambar 20. Grafik Pola Penurunan Kadar Air Daging Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Dari grafik pada Gambar 20 dapat dilihat pola penurunan nilai kadar air daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang berdasarkan analisis regresi mengikuti persamaan garis lurus $Y = -0,4892 X + 75,841$ dengan X adalah waktu penyimpanan dalam jam dan Y adalah nilai kadar air dalam %. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,9837 yang berarti perubahan tak bebas waktu penyimpanan (X) dapat menjelaskan keragaman nilai perubahan bebas kadar air (Y) sebesar 96,28 %. Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar ini nyata bahwa waktu penyimpanan dapat mempengaruhi nilai kadar air.

Perubahan nilai kadar air sangat mempengaruhi perubahan nilai tahanan listrik daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) selama penyimpanan pada suhu ruang. Hubungan antara nilai kadar air dengan tahanan listrik dapat dilihat pada Gambar 21 dimana berdasarkan analisis regresi didapatkan persamaan garis lurus $Y = -0,7218 X + 78,073$. Koefisien korelasinya adalah sebesar 0,9837 yang berarti antara tahanan listrik dan kadar air memiliki keeratan hubungan yang besar. Perubahan nilai kadar air akan menyebabkan nilai tahanan listrik juga ikut berubah.



Gambar 21. Grafik Hubungan Tahanan Listrik dengan Nilai Kadar Air (%) Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Kadar air merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai tahanan listrik. Penurunan kadar air akan menyebabkan nilai tahanan listrik meningkat. Hal ini jelas karena air merupakan penghantar listrik yang baik. Dalam tubuh ikan sebagian besar terdiri atas air yaitu sekitar 70 – 80 % sehingga ikan dapat bersifat sebagai penghantar listrik. Dengan semakin menurunnya kadar air dalam tubuh ikan maka daya hantarnya akan semakin kecil. Daya hantar listrik merupakan kebalikan dari daya hambat/tahan listrik sehingga bila daya hantar listrik semakin kecil maka tahanan listrik akan semakin besar.

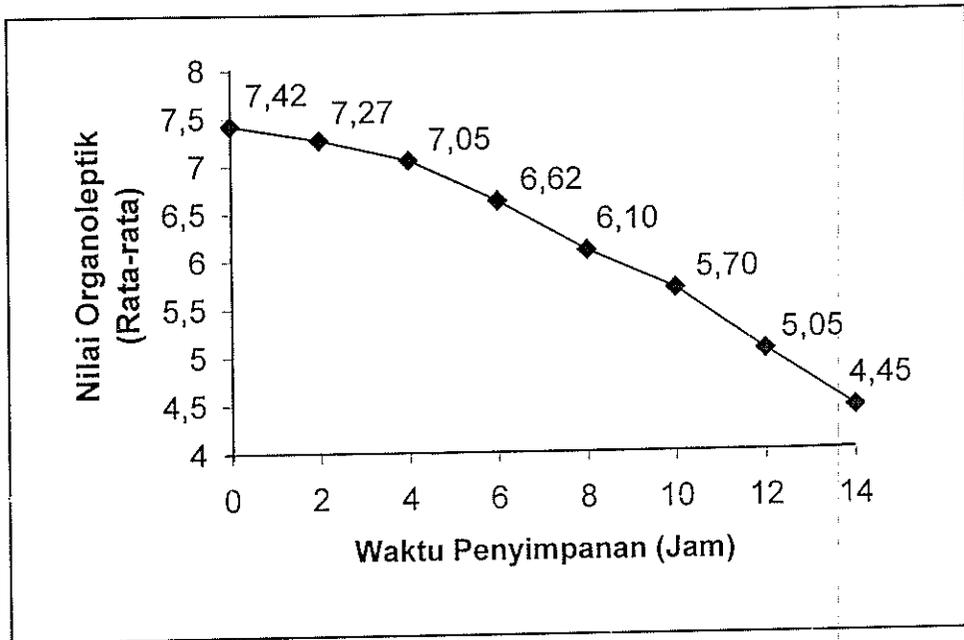
4.2.3 Hasil Uji Organoleptik

Perubahan kesegaran ikan dapat dideteksi dari perubahan-perubahan fisik yang terjadi. Pengujian organoleptik dilakukan untuk menilai mutu ikan dengan menggunakan panca indera sebagai alat utama. Metode pengujian yang dipakai pada penelitian ini adalah *scoring test* dengan skala 1 sampai 9 berdasarkan SNI-01-2346-1992. Pengujian organoleptik ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) ini ditujukan terhadap mata, insang, daging dan perut, dan konsistensi.

Tabel 6. Nilai Organoleptik, TVB dan Tahanan Listrik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Waktu (Jam)	Nilai Organoleptik (rata-rata)	TVB (mgN/100 g)	Tahanan Listrik (K Ω)
0	7,42	23,26	3,80
2	7,27	24,42	4,60
4	7,05	25,48	5,20
6	6,62	27,43	6,70
8	6,10	28,15	8,50
10	5,70	30,02	9,60
12	5,05	33,17	11,20
14	4,45	36,74	13,10

Dari Tabel 6 dapat dilihat perubahan nilai organoleptik rata-rata yang setiap perubahan waktu selalu semakin kecil. Pada waktu 0 jam nilai organoleptik sebesar 7,42 yang berarti hasil penilaian panelis terhadap sampel ikan cukup baik. Kondisi ikan dengan nilai organoleptik = 7 adalah mata cerah, bola mata rata, pupil agak keabu-abuan dan kornea mata agak keruh; warna insang merah agak kusam tanpa lendir; sayatan daging cemerlang, warna asli, sedikit ada pemerahan pada tulang belakang, perut agak lembek, bau netral; daging agak lunak, kurang elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek daging dari tulang belakang. Pada jam ke-2 nilai organoleptik sebesar 7,27 yang juga berarti ikan masih cukup baik. Selanjutnya pada jam-jam berikutnya yaitu jam ke-4, ke-6, ke-8, ke-10, ke-12, ke-14, nilai organoleptiknya berturut-turut sebesar 7,05; 6,62; 6,10; 5,70; 5,05; dan 4,45.



Gambar 22. Grafik Pola Penurunan Nilai Organoleptik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Pola perubahan nilai organoleptik ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) dapat dilihat pada Gambar 22. Dari grafik terlihat bahwa nilai organoleptik rata-rata terus turun hingga mencapai nilai 4,45 pada jam ke-14. Kondisi ikan dengan nilai organoleptik = 4 adalah bola mata cekung, pupil berubah menjadi putih susu, kornea keruh; diskolorasi warna insang, sedikit lendir; sayatan daging tidak cemerlang, di dua sisi perut lunak, pemerahan sepanjang tulang belakang, rusuk mulai lembek, bau perut sedikit asam; lunak, bekas jari terlihat bila ditekan tapi hilang.

Berdasarkan data nilai organoleptik diatas dapat dijelaskan bahwa sampai pada jam ke-8 ikan masih dalam kondisi cukup baik dan dapat diterima oleh panelis dibuktikan oleh nilai rata-rata 6,10. Kondisi ikan dengan nilai organoleptik rata-rata 6 adalah bola mata agak cekung, pupil keabu-abuan, kornea agak keruh; sayatan daging masih cemerlang, agak kemerahan pada tulang belakang, perut agak lembek, sedikit bau susu; warna insang agak kusam, sedikit lendir; daging agak lunak, kurang elastis bila ditekan dengan jari, agak mudak menyobek daging dari tulang belakang.

Kenyataan ini diperkuat oleh hasil analisis nilai Total Volatil Basa (TVB) yang nilainya sebesar 28,15 mg N/100 g pada penyimpanan 8 jam, dimana batas penerimaan ikan sampai pada nilai TVB adalah 30 mg N/100 g sampel.

Pada jam ke-10 nilai organoleptik adalah 5,70 yang berarti penerimaan konsumen terhadap ikan sudah rendah, hal ini sangat mendukung hasil uji TVB yang pada jam ke-10 sebesar 30,02 mg N/100 g yang berarti secara kimiawi ikan sudah tidak layak dikonsumsi. Hasil analisis nilai TVB dan diperkuat oleh hasil uji organoleptik mendapatkan hasil bahwa ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) bila disimpan pada suhu ruang sampai pada waktu penyimpanan kurang dari 10 jam masih dapat dimakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) berdasarkan tahanan listrik dan analisis terhadap nilai TVB, kadar air, kelembaban udara, dan uji organoleptik maka dapat disimpulkan :

1. Prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) berdasarkan tahanan listrik telah berhasil dirancang dengan jangkauan pengukuran tahanan listrik ikan sebesar 0 – 30 K Ω dalam enam skala ukur yaitu 0 – 5 K Ω , 5 – 10 K Ω , 10 – 15 K Ω , 15 – 20 K Ω , 20 – 25 K Ω , dan 25 – 30 K Ω . Penggunaan Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) dalam penelitian ini dikhususkan pada ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diharapkan dapat mewakili kelompok ikan pelagis.
2. Nilai tahanan listrik daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) terus mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan pada suhu ruang. Nilai tahanan listrik sebesar 3,80 K Ω pada 0 jam terus meningkat sampai 13,10 K Ω pada jam ke-14.
3. Nilai TVB daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) juga selalu mengalami peningkatan selama proses pembusukan terjadi dengan nilai terendah pada 0 jam sebesar 23,26 mg N/100g sampel sampai 36,74 mg N/100 g sampel. Batas ikan masih dapat dikonsumsi sampai pada jam ke-10 dengan nilai TVB 30,02 mg N/100 g sampel.
4. Nilai kadar air ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) mengalami penurunan selama waktu penyimpanan pada suhu ruang. Kadar air pada awal pengukuran (0 jam) sebesar 75,52 % terus menurun sampai 68,31 % saat pengukuran 14 jam kemudian.
5. Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) masih layak dikonsumsi sampai pada penyimpanan 10 jam dengan nilai TVB sebesar 30,02 mg N/100 g, nilai tahanan listrik <9,60 K Ω , dan nilai organoleptik rata-rata adalah 5,70.

5.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan prototipe Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI) terhadap jenis-jenis ikan lainnya baik ikan pelagis maupun demersal.
2. Perlu dilakukan perancangan instrumen yang mampu mengubah sinyal analog menjadi digital sehingga kesalahan pengamatan dapat dihindari. Selain itu dalam pengembangan instrumen perlu dirancang penggunaan baterai sebagai sumber tegangan sehingga menjadi lebih praktis dan mudah di bawa.
3. Dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan apa saja dalam tubuh ikan yang menyebabkan daging ikan dapat bersifat sebagai penahan arus listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Aidil, M. 1998. Mempelajari Sifat Daya Hantar Listrik Terhadap Tingkat Kesegaran Ikan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ali, M. 1994. Kamus Lengkap Bahasa Indonesia Modern. Penerbit Pustaka Amani. Jakarta.
- Anonymous, 1972. Food Composition Table for Use in East Asia. Food and Agricultural Organization of The United Nations.
- , 1979. Buku Pedoman Pengenalan Sumberdaya Perikanan Laut. Bagian 1. Ditjen Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta.
- Apriantono, A., D. Fardiaz., N. L. Puspitasari., Sedarnawati., S. Budiyanto. 1988. Penuntun Praktek Analisis Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Clucas, I. J. 1985. Fish Handling. Preservation and Processing in The Tropics. Part 1. Tropical Development Research Institute. London.
- Connel, J. J. 1975. Control of Fish Quality. The White Friars Press. London.
- Depdikbud. 1994. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Edisi Kedua. Penerbit Balai Pustaka. Jakarta.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1992. Petunjuk Penilaian Organoleptik Produk Perikanan. SNI-2346. Departemen Perindustrian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perikanan. 1999. Statistik Perikanan Indonesia. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Djuhanda, T. 1981. Dunia Ikan. Penerbit Armico. Bandung.
- Ermaria. 1999. Pengaruh Penggunaan Ekstrak *Chlirella* sp Terhadap Kemunduran Mutu Fillet Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp) Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Eskin, N. A. M. 1990. *Biochemistry of Foods*. Second Edition. Academic Press Inc. San Diego.
- Frazier, W. C. and Dennis, C. W. 1988. *Food Microbiology*. Fourth Edition. Mc Graw-Hill, Inc. New York.
- Gibson, D.M. dan A.C.Jason. 1993. *Impedance, Techniques for Microbial Assay*. Dalam *Instrumentation and Sensors for The Food Industry*. Editor : E.K.Roger. Butterworth – Heinemann.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Penerbit Liberty. Jakarta.
- Hendayana, S., A. Kadarohman, A.A. Sumarna, dan A. Supriatna. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Hilmansyah, F. 1995. *Instrumen Elektronik untuk Penimbangan / Pengukuran Berat Ternak Sapi dengan Bantuan Komputer Mikro*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hughes, F. W. 1997. *Panduan OP-AMP*. Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta.
- Ilyas, S. 1983. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*. Jilid 1: Teknik Pendinginan Ikan. CV. Paripurna. Jakarta.
- Mardiani. 1999. *Pola Perubahan Nilai Konduktifitas, pH, Total Plate Count, dan Organoleptik Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Selama Penyimpanan Suhu Ruang*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Moeljanto. 1992. *Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Rusmadi, D. 1999. *Mengenal Teknik Elektronika*. Penerbit Pionir Jaya. Bandung.
- Sagala, M. F. 1997. *Sistem Penanda Waktu Hauling dan Penduga Densitas Ikan Berbasis Mikrokontroler Pada Perikanan Bagan Apung (LIFTNET)*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sapiie, S. dan Osamu Nishino. 1986. *Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik*. Pradnya Paramita. Jakarta.

- Septarina, D. G. 1999. Evaluasi Nilai Derajat Keasaman (pH), Daya Hantar Listrik dan Organoleptik Daging Ikan Tuna Segar Pada Berbagai Tingkatan Mutu. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Sumisjokartono. 1985. Elektronika Praktis. Penerbit PT. Multi Media. Jakarta.
- Walpole, R.E. 1995. Pengantar Statistika. Edisi ke III. Penerjemah: B. Sumantri. PT. Gramedia Pusaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F. G. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Score Sheet Uji Organoleptik Ikan Segar (SNI-01-2345-1991)

Jenis ikan :

Panelis :

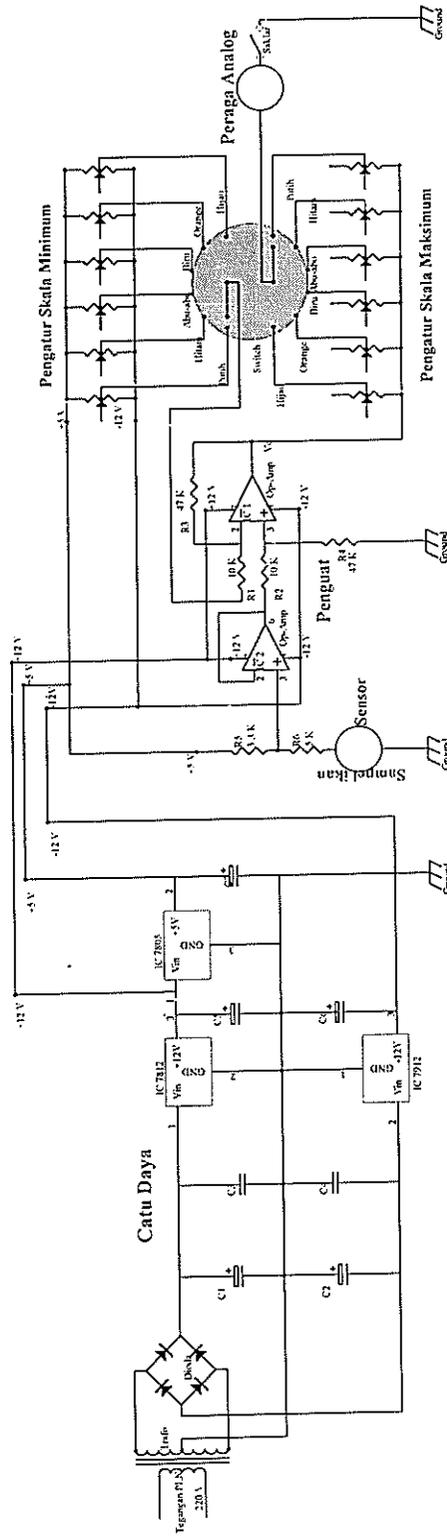
Tanggal :

- ♦ Berilah tanda (√) pada nilai yang dipilih sesuai dengan kode contoh yang diuji

SPESIFIKASI	NILAI	KODE CONTOH					
I. MATA							
- Cerah, bola mata menonjol, kornea jernih	9						
- Cerah, bola mata rata, kornea jernih	8						
- Agak cerah, bola mata rata, pupil agak keabu-abuan, kornea agak keruh	7						
- Bola mata agak cekung, pupil berubah keabu-abuan, kornea agak keruh	6						
- Bola mata agak cekung, pupil keabu-abuan, kornea agak keruh	5						
- Bola mata cekung, pupil mulai berubah putih susu, kornea keruh	4						
- Bola mata cekung, pupil putih susu, kornea keruh	3						
- Bola mata tenggelam, kornea keruh	2						
- Bola mata tenggelam, ditutupi lendir kuning yang tebal	1						
II. INSANG							
- Warna merah cemerlang, tanpa lendir dan bakteri	9						
- Warna merah kurang cemerlang, tanpa lendir	8						
- Warna merah agak kusam tanpa lendir	7						
- Warna agak kusam, sedikit lendir	6						
- Mulai ada kolorasi merah muda, merah coklat, sedikit lendir	5						
- Mulai ada diskolorasi, sedikit lendir	4						
- Perubahan warna merah coklat, lendir tebal	3						
- Warna merah coklat/kelabu, lendir tebal	2						
- Warna putih kelabu, lendir tebal sekali	1						
III. DAGING DAN PERUT							
- Sayatan daging sangat cemerlang, berwarna asli, tidak ada pemerahan sepanjang tulang belakang, perut utuh, ginjal merah terang, dinding perut dagingnya utuh, bau isi perut segar	9						
- Sayatan daging cemerlang, warna asli, tidak ada pemerahan sepanjang tulang belakang, perut utuh, ginjal merah terang, dinding perut dagingnya masih utuh, bau netral	8						

- Sayatan daging cemerlang, warna asli, sedikit ada pemerahan sepanjang tulang belakang, perut agak lembek, ginjal merah mulai pudar, bau netral	7						
- Sayatan daging masih cemerlang, agak kemerahan pada tulang belakang, perut agak lembek, sedikit bau susu	6						
- Sayatan daging mulai pudar, di dua sisi perut lembek, kemerahan pada tulang belakang, bau seperti susu	5						
- Sayatan daging tidak cemerlang, di dua sisi perut lunak, pemerahan sepanjang tulang belakang, rusuk mulai lembek, bau perut sedikit asam	4						
- Sayatan daging kusam, pemerahan sepanjang tulang belakang, perut lunak, bau sedikit asam	3						
- Sayatan daging kusam, warna merah jelas sepanjang tulang belakang, dinding perut lunak sekali, bau asam amoniak	2						
- Sayatan daging kusam sekali, warna merah jelas sepanjang tulang belakang, dinding perut membusuk, bau busuk	1						
IV. KONSISTENSI							
- Padat, elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek daging dari tulang belakang	9						
- Agak padat, elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek daging dari tulang belakang, kadang-kadang agak lunak sesuai jenisnya	8						
- Agak lunak, kurang elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek daging dari tulang belakang	7						
- Agak lunak, kurang elastis bila ditekan dengan jari, agak mudah menyobek daging dari tulang belakang	6						
- Agak lunak, belum ada bekas jari bila ditekan, mudah menyobek daging dari tulang belakang	5						
- Lunak, bekas jari terlihat bila ditekan tetapi cepat hilang, mudah menyobek daging dari tulang belakang	4						
- Lunak, bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah menyobek daging dari tulang belakang	3						
- Lunak, bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah sekali menyobek daging dari tulang belakang	2						
- Sangat lunak, bekas jari tidak menghilang bila ditekan, mudah sekali menyobek daging dari tulang belakang	1						

Lampiran 2. Rangkaian Lengkap Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI)



Judul		Instrumen Pengukur Kesegaran Ikan (IPKI)	
Size	Number	1	Revisi
Date	17 Feb 2001		99
File	ASSETURUSCHI		

Created By :
STEVEN G. TUNAS

Lampiran 3. Nilai Total Volatil Basa (TVB) Ikan Tongkol (*Euhynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Waktu Penyimpanan (Jam)	Nilai TVB Ulangan (mgN/100g)	Nilai TVB Rata – rata (mgN/100g)
0	22,84	23,26
	23,68	
2	24,05	24,42
	24,78	
4	25,69	25,48
	25,26	
6	27,76	27,43
	27,10	
8	28,15	28,15
	28,15	
10	29,66	30,02
	30,38	
12	33,21	33,17
	33,13	
14	36,80	36,74
	36,68	

Lampiran 4. Nilai Kadar Air Ikan Tongkol (*Euhynnus affinis*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang

Waktu Penyimpanan (Jam)	Nilai Kadar Air Ulangan (% berat basah)	Nilai Kadar Air Rata – rata (% berat basah)
0	75,05	75,54
	75,99	
2	74,78	74,69
	74,59	
4	74,22	73,75
	73,28	
6	73,16	73,15
	73,15	
8	72,90	72,86
	72,82	
10	70,91	70,99
	71,07	
12	70,16	70,06
	69,96	
14	68,40	68,31
	68,22	

