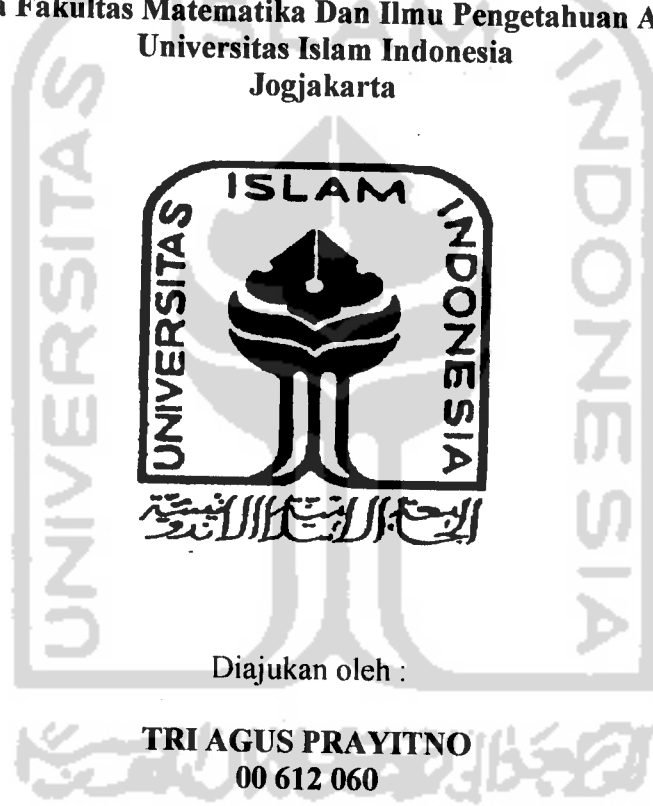


**STUDI DISTRIBUSI RADIOAKTIVITAS GROSS α DAN β
PADA SAMPEL LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI
SEMENANJUNG MURIA MENGGUNAKAN
ALPHA DAN BETHA COUNTER**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Ilmu Kimia
pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



Diajukan oleh :

TRI AGUS PRAYITNO
00 612 060

JURUSAN ILMU KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2004

**STUDI DISTRIBUSI RADIOAKTIVITAS GROSS α DAN β
PADA SAMPEL LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI
SEMENANJUNG MURIA MENGGUNAKAN
ALPHA DAN BETHA COUNTER**

oleh :

TRI AGUS PRAYITNO
00 612 060

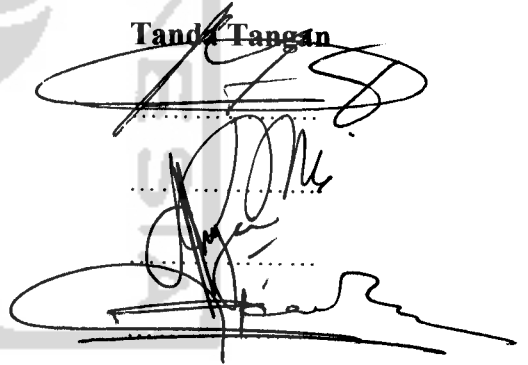
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 14 Agustus 2004

Dewan Penguji

1. Riyanto, M.Si
2. Dwiwarso Rubiyanto, S.Si
3. Dr. Ir. Agus Taftazani
4. Drs. Allwar, M.Sc

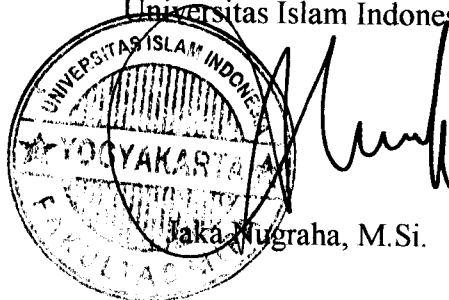
Tanda Tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



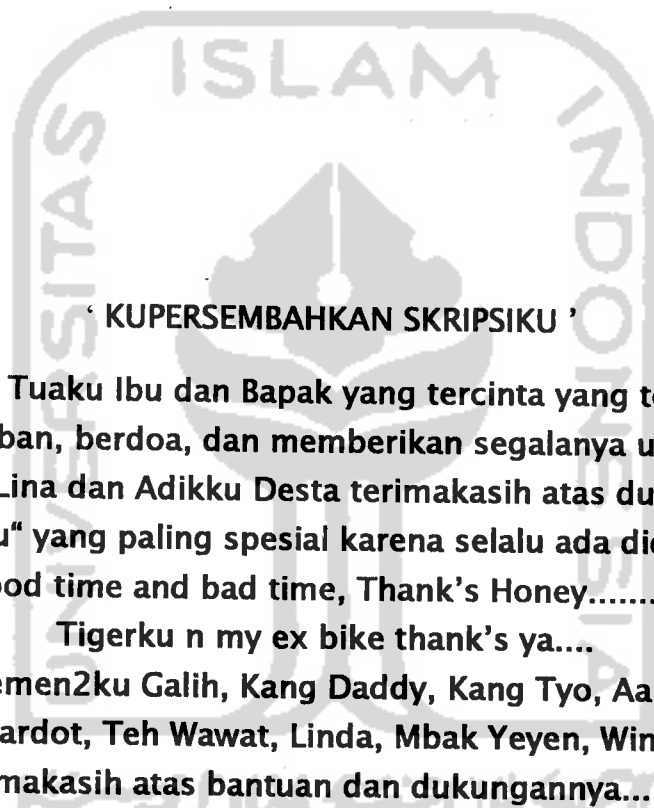
Jaka Nugraha, M.Si.

"Jadilah Orang Kaya, Kaya Akan Materi, Ilmu Dunia dan Akhirat

Maka Kamu Akan Sukses Dunia Akhirat

Jangan Jadi Orang Miskin, Miskin Materi, Ilmu Dunia dan Akhirat

Maka Kamu Akan Susah dan Sengsara Dunia Akhirat Nanti"



' KUPERSEMBAHKAN SKRIPSIKU '

Buat Orang Tuaku Ibu dan Bapak yang tercinta yang telah banyak berkorban, berdoa, dan memberikan segalanya untukku Kakakku Lina dan Adikku Desta terimakasih atas dukunganya "Manis-ku" yang paling spesial karena selalu ada dideketku in good time and bad time, Thank's Honey.....

Tigerku n my ex bike thank's ya....

Temen2ku Galih, Kang Daddy, Kang Tyo, Aan, Wahyu Sardot, Teh Wawat, Linda, Mbak Yeyen, Winda kecil makasih atas bantuan dan dukungannya...

Temen2 Kimia Fitri, Aam, Achink, Paesal, Handi, Wondo, Ari, Mas Ju, Jhoni S.Si, Marcoton, Hasim, Dedy, Eko BM, Heru Gondrong, Oechay, Eno, Desy, Dewi, Fatim, Octa, Adist, dan semua temen2 Kimia 2000 makasih atas dukungan dan bantuannya n...

Sukses Kimia 2000 !!!!!!!!!!!

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah atas berkat rahmat Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dan Skripsi Di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju BATAN Yogyakarta sampai tersusun Laporan Skripsi ini.

Skripsi ini berisi tentang paparan atau distribusi dari radioaktivitas gross alpha dan gross betha dari sampel lingkungan yang berasal dari sungai disekitar Semenanjung Muria sebagai uji awal sebelum dibangun PLTN dan PLTU disana. Skripsi ini bisa digunakan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut tentang radioaktivitas gross alpha dan gross betha.

Penulis dapat berhasil menyelesaikan penyusunan Skripsi ini atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, MSi. selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Bapak Drs. Sudjatmoko, SU. APU. Selaku Kepala P3TM-BATAN Jokjakarta.
3. Bapak Dr. Drs. Ir. Kris Tri Basuki, M.Sc. APU, selaku Kepala Bidang Teknofisikokimia BATAN Jogjakarta.
4. Bapak Riyanto, M.Si. , selaku Ketua Jurusan Kimia F-MIPA UII Jogjakarta.
5. Bapak Dr. Ir. Agus Taftazani selaku pembimbing dari BATAN yang telah banyak memberi dorongan, bimbingan, pengarahan, nasehat selama penulis melakukan Penelitian di BATAN.

DAFTAR ISI

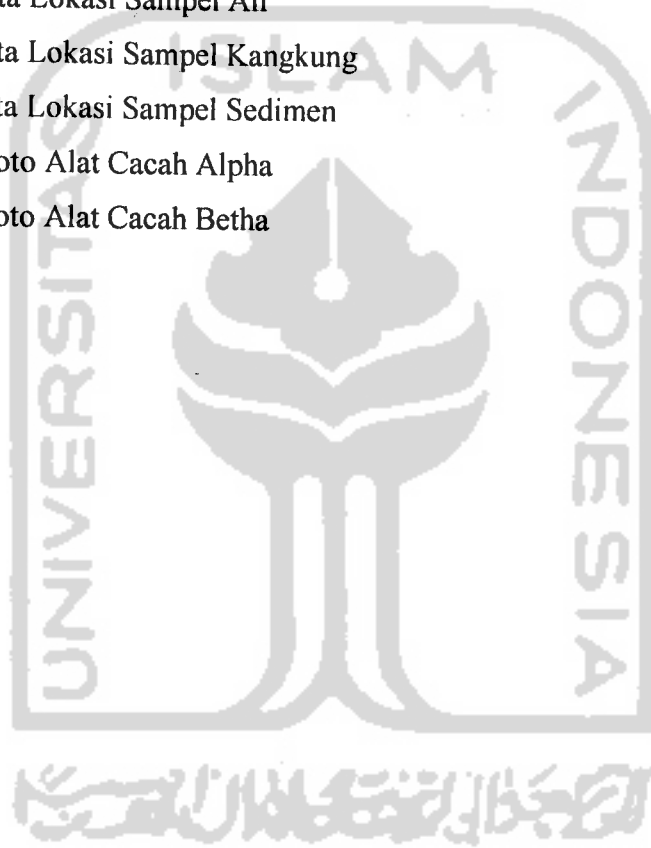
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran.....	5
2.2 Konsep Radioaktivitas.....	5
2.3 Kangkung.....	6
2.4 Air.....	6
2.5 Sedimen.....	7

BAB III DASAR TEORI	9
3.1 Radioaktivitas.....	9
3.1.1 Radioaktivitas Alam.....	9
3.1.2 Radioaktivitas Buatan.....	11
3.2 Peluruhan Radioaktif.....	12
3.3 Efek Radiasi Pada Tubuh Manusia	12
3.4 Spektrometri.....	14
3.4.1 Alat Cacah Alpha	15
3.4.2 Alat Cacah Betha.....	17
BAB IV HIPOTESIS PENELITIAN.....	19
BAB V METODOLOGI PENELITIAN	20
5.1 Alat Dan Bahan	20
5.1.1 Alat	20
5.1.2 Bahan	21
5.2 Lokasi Sampling dan Tempat Penelitian.....	21
5.3 Metodologi Penelitian	21
5.3.1 Preparasi Sampel	21
5.3.1.1 Tanaman kangkung	22
5.3.1.2 Air Sungai.....	23
5.3.1.3 Sedimen Sungai.....	24
5.3.2 Pencacahan Dengan Alat Cacah Alpha.....	24
5.3.3 Pencacahan Dengan Alat Cacah Betha	25
5.4 Perhitungan	26

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	27
6.1 Jenis Sampel.....	27
6.2 Optimasi Alat.....	28
6.3 Hasil dan Pembahasan.....	28
6.3.1 Pencacahan Gross Alpha.....	28
6.3.1.1 Sampel Air	28
6.3.1.2 Sampel Kangkung.....	30
6.3.1.3 Sampel Sedimen.....	31
6.3.2 Pencacahan Gross Beta.....	32
6.3.2.1 Sampel Air	32
6.3.2.2 Sampel Kangkung.....	33
6.3.2.3 Sampel Sedimen.....	34
6.3.3 Pembahasan.....	35
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	39
7.1 Kesimpulan.....	39
7.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daur Pencemaran Radioaktivitas Lingkungan.....	12
Gambar 2. Skema Alat Cacah Alpha	16
Gambar 3. Skema Alat Cacah Beta dan Skema Detektor Geiger Muller.....	18
Gambar 4. Peta Lokasi Sampel Air	
Gambar 5. Peta Lokasi Sampel Kangkung	
Gambar 6. Peta Lokasi Sampel Sedimen	
Gambar 7. Photo Alat Cacah Alpha	
Gambar 8. Photo Alat Cacah Beta	



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Deret Radioaktif Alam.....	10
Tabel 2. Asal, Tanggal Pengambilan, dan Kode Sampel.....	27
Tabel 3. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Air.....	29
Tabel 4. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Kangkung...	30
Tabel 5. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Sedimen....	31
Tabel 6. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Air.....	32
Tabel 7. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Kangkung...	33
Tabel 8. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Sedimen.....	34
Tabel 9. Hasil pencacahan untuk standard Aktivitas Alpha (Lampiran 1)	
Tabel 10. Hasil Pencacahan Standar Beta (Lampiran 2)	



**STUDI DISTRIBUSI RADIOAKTIVITAS GROSS α DAN β
PADA SAMPEL LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI
SEMENANJUNG MURIA MENGGUNAKAN
*ALPHA DAN BETHA COUNTER***

INTISARI

TRI AGUS PRAYITNO

No Mhs : 00 612 060

Telah dilakukan studi tentang distribusi radioaktivitas gross alpha dan betha pada sampel lingkungan berupa air, biota (tanaman kangkung), dan sedimen dari perairan lima (5) sungai di sekitar Ujung Lemahabang Semenanjung Muria. Teknik analisis gross alpha dan betha menggunakan *Alpha Single Channel Jenis Counter* TA MOD PAS-8 dan *Betha Counter Cacah Latar GM Detector (Low Background Counter)* Model 3002D. Sampel air dipekatkan, biota dikeringkan, diabukan dan diayak lolos 100 mesh dan dihomogenkan. Sampel sedimen dikeringkan, ditumbuk sampai lolos 100 mesh dan dihomogenkan. Cuplikan padat ditimbang dan dimasukkan kedalam planset. Masing masing cuplikan dicacah dengan alat cacah alpha selama 1 jam dan alat cacah betha selama 20 menit. Dari hasil pencacahan dan dihitung diketahui bahwa semua sampel air sungai tersebut aktivitas gross alpha dan betha masih dibawah ambang batas menurut PPRI No. 20 tahun 1990 (gross alpha 0,1 Bq/L dan gross betha 1,0 Bq/L). Sehingga dapat disimpulkan lingkungan air disekitar Semenanjung Muria belum tercemar limbah radioaktif, karena radioaktivitasnya masih dibawah ambang batas baku mutu air, dan lingkungan itu masih aman untuk dimanfaatkan dan dikonsumsi oleh makhluk hidup. Untuk sampel sedimen dan kangkung tidak bisa dibandingkan dengan baku mutu, karena Pemerintah Indonesia belum membuatnya. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa jalur distribusi atau perpindahan radioaktivitas adalah dari air-sedimen-biota.

Kata Kunci : gross alpha, gross betha, radioaktivitas

**STUDY OF GROSS α AND β RADIOACTIVITY DISTRIBUTION ON
WATER ENVIRONMENTAL SAMPLE AT MURIA PENINSULA RIVERS
BY USING ALPHA AND BETHA COUNTER**

ABSTRACT

TRI AGUS PRAYITNO

NIM : 00 612 060

A study about alpha and betha gross radioactivity distribution has been done on environmental sample in the form of water, biota (leafy vegetable plant), and sediment taken from water of five (5) rivers around Ujung Lemahabang of Muria Peninsula. The analysis technique of gross alpha and betha uses Alpha Single Channel of Counter TA MOD PAS-8 and Betha Counter of GM Detector Background Count Type (Low Background Counter) of Model 3002D. Concentrated water sample, dried biota, are cremated and siftered trough 100 mesh and homogenized. Sediment sample is dried, crushed trough 100 mesh and homogenized. Flakes of solid are weighed and put into plansets. Each flake is counted with alpha counter for 1 hour and betha counter for 20 minutes. From the counting process, it can be seen that all of those river water samples have gross alpha and betha activities that are still below the threshold level according to PPRI No. 20 of 1990 (gross alpha 0,1 Bq/L and gross betha 1,0 Bq/L). Therefore, it can be conclude that the water environment around Muria Peninsula has not been polluted by radioactive waste, since its radioactivity is still below water quality standard threshold level, and that the environment is still safe to be used and consumed by living creatures. Sediment and leafy vegetable plant samples cannot be compared with the quality standard, since Indonesian Government has never made such kind of standard. From the counting process, it can been conclusion that the distribution of radioactivity is from water-sediment-biota.

Key Word : Gross Alpha and Betha, Radioactivity

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang semakin pesat, khususnya dalam bidang teknologi dan industri, serta meningkatnya penggunaan zat-zat radioaktif di berbagai bidang ilmu pengetahuan, menyebabkan perlunya pemikiran terhadap perencanaan pengelolaan lingkungan secara baik.

Masalah pengelolaan dan keselamatan lingkungan perlu ditangani dengan seksama dengan tujuan untuk memelihara, mencegah atau meningkatkan kualitas lingkungan, sehingga lingkungan akan tetap mampu mendukung kelangsungan hidup manusia menuju ke tingkat hidup yang lebih baik (Wardhana, 1995).

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 20 tahun 1990 tanggal 5 Juni 1990 tentang standar baku mutu kualitas air golongan C bahwa tingkat pencemaran di lingkungan khususnya lingkungan perairan daratan tidak boleh melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Karena belum ada peraturan tentang ambang batas untuk sedimen dan tanaman kangkung maka standar baku mutu air tidak bisa digunakan tetapi hanya sebagai pembanding. Hal ini dikarenakan adanya perpindahan (akumulasi) radionuklida menurut jalur air – biota – sedimen. Hal ini ditunjukkan bahwa dalam lingkungan air pasti terdapat sedimen yang merupakan endapan dari air dan kotoran yang dibawa oleh air sungai dan dalam sungai tersebut terdapat tanaman kangkung yang tumbuh di pinggir sungai dan memerlukan air.

Secara fisik radioaktivitas tidak bisa dilihat dengan mata. Tetapi apabila sudah melewati ambang batas akan terlihat dari indikasi yang timbul dari lingkungan sekitar, seperti perubahan warna air, matinya tumbuh-tumbuhan sekitarnya.

Indonesia yang masih banyak kekurangan energi listrik mempunyai alternatif untuk membuat PLTN dan PLTU di wilayah Semenanjung Muria. Untuk itu diperlukan penanganan yang serius dalam hal lingkungan sekitar lokasi pembangunan PLTN dan PLTU. Karena bisa dipastikan setiap pembangunan instalasi pembangkit energi pasti akan menghasilkan limbah yang dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup di lingkungan sekitar lokasi instalasi termasuk bagi manusia.

Perencanaan pembangunan PLTN dan PLTU di Semenanjung Muria merupakan alasan mengapa perlu diadakan penelitian tentang kadar radioaktivitas gross Alpha dan gross Beta pada sampel air, tanah (sedimen), dan biota (dalam hal ini tanaman kangkung) pada lima sungai di sekitar Semenanjung Muria untuk dibandingkan dengan PP No. 20 tahun 1990. Kelima sungai itu meliputi Sungai Balong, Sungai Suru, Sungai Wareng, Sungai Gelis, dan Sungai Kancilan yang semuanya berada di Ujung Lemahabang Semenanjung Muria.

Sampel air sungai perlu diteliti karena air sangat dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya untuk bisa hidup dan bertahan. Jika air dalam sungai tercemar maka akan membahayakan manusia dan lingkungan hidup disekitarnya. Sampel sedimen juga perlu diukur kadar radioaktivitasnya karena sedimen merupakan hasil dari endapan kotoran yang terbawa oleh air sehingga dapat

dipastikan mengandung kadar radioaktivitas yang tinggi karena terbawa oleh air sungai yang mengalir dan mengendapkan limbah. Sampel biota perlu diteliti juga karena biota itu hidup dalam sedimen yang berada dipinggir sungai, apabila air sungai itu kadar radioaktivitasnya besar maka bukan tidak mungkin biota yang hidup dalam lingkungan sungai tersebut juga akan mengandung hal sama karena biota itu mendapat makanan dari air sungai. Apabila pada akhirnya dikonsumsi makhluk hidup maka akan membahayakan makhluk hidup itu sendiri termasuk manusia.

Semenanjung Muria terletak di tepi utara Pulau Jawa, wilayah Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Wilayah ini terpilih sebagai calon tapak PLTN pertama di Indonesia dan lokasinya terletak didaerah ujung Lemahabang. Untuk itu memerlukan pengawasan dan pemantauan yang berkesinambungan pada saat PLTN belum dibangun, saat dibangun dan pada saat dioperasikan sebagai garis besar didalam melakukan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) pada daerah sekitar Semenanjung Muria yang dialiri oleh beberapa sungai besar dan kecil khususnya untuk memperoleh data radionuklida alam dan buatan pada umumnya dan data radioaktivitas gross Alpha dan gross Beta pada khususnya dengan menggunakan alat cacah Alpha dan alat cacah Beta.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu masalah yaitu :

1. Berapakah besar radioaktivitas gross Alpha dan Beta pada sampel air, sedimen dan kangkung di lima sungai disekitar Lemahabang Semenanjung Muria?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Parameter gross Alpha dan gross Beta berkaitan dengan tingkat paparan radiasi total yang dapat diperoleh dengan melakukan pencacahan secara gross yaitu pencacahan suatu cuplikan tanpa membedakan tenaga satu dengan tenaga yang lain maupun model peluruhannya sehingga efisiensi pencacahan semata-mata tergantung pada laju cacah dari aktivitas cuplikan (Susetyo, 1988).

2.1 Pencemaran

Zat atau bahan pencemar adalah zat atau bahan dalam bentuk cair, gas atau partikel tersuspensi dalam kadar tertentu di lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda (Anonim).

2.2 Konsep Radioaktivitas

Radioaktivitas adalah proses keadaan perubahan inti atom secara spontan yang disertai radiasi berupa zarah atau gelombang elektromagnetik. Gejala radioaktivitas ini semata-mata ditentukan oleh inti atom yang bersangkutan, tidak dapat dipengaruhi, dipercepat atau diperlambat dengan mengubah kondisi eksternal (seperti suhu dan tekanan), (Susetyo, 1988).

Menurut Beiser (1987), radioaktivitas adalah pemencaran sinar radioaktif dari unsure-unsur radioaktif sebagai sumber pemancar. Jenis radiasinya antara lain adalah sinar X, sinar α , sinar β , dan radiasi neutron. Inti atom yang dapat memancarkan radiasi (bersifat radioaktif) disebut radionuklida. Radiasi sinar

Menurut Wardhana (1995) pengambilan air sebagai contoh lingkungan meliputi air itu sendiri serta segala kehidupan yang ada di dalam air, seperti plankton, lumut, tumbuhan dalam air, ikan dan sebagainya. Contoh air yang akan diambil umumnya adalah air yang akan digunakan oleh manusia, baik air minum, maupun air untuk bekerja (air irigasi), dan juga air yang dibuang ke lingkungan sebagai air limbah industri. Air yang diambil sebagai contoh lingkungan dapat digolongkan menjadi :

- air minum
- air permukaan
- air tanah
- air laut
- air buangan industri
- air sanitasi
- air jatuhan

2.5 Sedimen

Menurut Soemarto (1993), sedimentasi adalah proses pengangkutan, melayangnya, atau mengendapnya material oleh air, udara, angin, dan es. Material tersebut diendapkan di tempat-tempat yang rendah letaknya. Material yang mempunyai ukuran butiran yang lebih halus dan mengandung lebih banyak bahan organik akan diangkut ke pantai, dan apabila pantai itu terlindung dari gerakan ombak maka material itu akan diendapkan sebagai lumpur.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Radioaktivitas

Radioaktivitas adalah pemancaran sinar radioaktif dari unsur-unsur radioaktif sebagai sumber pemancar. Jenis radiasinya antara lain adalah sinar X, sinar α , sinar β , dan radiasi neutron. Inti atom yang dapat memancarkan radiasi (bersifat radioaktif) disebut radionuklida. Radiasi sinar radioaktif yang berasal dari radionuklida alam disebut radioaktivitas alam. Radiasi sinar radioaktif yang berasal dari radionuklida buatan disebut radionuklida buatan (Beiser, 1987).

3.1.1 Radioaktivitas Alam

Radioaktivitas alam sudah ada sejak terbentuknya bumi dan alam semesta ini. Radioaktivitas alam dapat berasal dari dalam bumi (radiasi dari nuklida *primordial*) dan dari luar bumi (radiasi sinar kosmis). Radionuklida primordial yang memancarkan radiasi sudah ada sejak terbentuknya bumi dan batuan-batuannya. Dosis radiasi yang diterima dari radionuklida primordial merupakan radiasi latar. Carbon 14 (C^{14}) dapat dimasukkan kedalam radionuklida primordial, karena segera terbentuk ketika sinar kosmis memasuki atmosfer bumi (Fostner, U., and Prosi, F., 1979).

Dosis radiasi yang diterima dari radionuklida primordial merupakan radiasi latar atau cacah latar (*background radiation*) yang sering dipakai sebagai garis besar dalam melakukan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) (Taftazani, A., Sumining, 2000).

Radiasi alam berasal dari sinar kosmis dan atau radionuklida alam. Paparan radiasi alam terbesar pada manusia diperoleh dari radionuklida K 40 (umur paro $1,28 \times 10^8$ tahun), U 238 (umur paro $4,56 \times 10^9$ tahun). Deret peluruhan U 232 (umur paro $8,8 \times 10^8$ tahun) berkadar 0,714 % deret peluruhan U 238 berkadar 99,238 % dan radionuklida U 234 (umur paro $2,48 \times 10^9$ tahun). Umur paro radionuklida alam tersebut sangat panjang sehingga memiliki laju peluruhan yang sangat rendah dan kurangnya berbahaya bagi manusia (Aarkog, 1989).

Menurut Beiser (1987), unsur radioaktif adalah unsur yang tidak stabil dan senantiasa memancarkan sinar radioaktif untuk mencapai kestabilan. Perubahan suatu unsur radioaktif menjadi unsur yang stabil sembari memancarkan sinar radioaktif akan menciptakan deret radioaktif yang memperlihatkan tahapan perubahan unsur dan jenis radiasinya. Deret radioaktif tersebut berawal dari unsur induk, setelah memancarkan sinar radioaktif kemudian berubah menjadi unsure anakan dan akhirnya mencapai kestabilan setelah berubah menjadi unsur yang stabil. Keempat jenis radioaktif alam tersebut adalah seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Deret Radioaktif Alam Beiser (1987)

Nama Deret	Unsur Induk	Pemancar	Umur Paro	Unsur Stabil
Thorium	${}_{90}\text{Th}^{232}$	α, γ	$1,30 \times 10^{10}$	${}_{82}\text{Pb}^{208}$
Neptunium	${}_{93}\text{Np}^{237}$	α, γ	$2,25 \times 10^6$	${}_{83}\text{Bi}^{209}$
Uranium	${}_{92}\text{U}^{238}$	α, γ	$4,51 \times 10^9$	${}_{82}\text{Pb}^{206}$
Aktinium	${}_{92}\text{U}^{235}$	α, γ	$7,07 \times 10^8$	${}_{82}\text{Pb}^{207}$

3.1.2 Radioaktivitas Buatan

Radioaktivitas buatan timbul karena di buat manusia, antara lain berasal dari hasil pembelahan (fisi), reaksi inti, dan debu-debu radioaktif dari hasil ledakan bom nuklir. Sumber radiasinya berasal dari jatuhan global, operasi dan kecelakaan reaktor daya (PLTN), percobaan nuklir, pemrosesan ulang bahan bakar nuklir dan pemanfaatan radioisotop di berbagai bidang kehidupan (Aarkog, 1989).

Sebenarnya ada banyak sumber penghasil radionuklida yang sebenarnya hasil dari aktivitas manusia dan dari aktivitas alam yang tidak sengaja keluar ke lingkungan. Contohnya antara lain dari letusan gunung berapi yang mengeluarkan magma dan lumpur serta debu vulkanik yang banyak mengandung material radionuklida yang berbahaya bagi manusia masuk ke lingkungan. Dari PLTU banyak sampah radioaktif yang berupa asap, abu dan debu yang dikeluarkan hasil dari pembakaran yang mengandung bahan radioaktif yang masuk ke lingkungan yang dapat membahayakan manusia, seperti Radon (Rn^{222}) sebagai pemancar α .

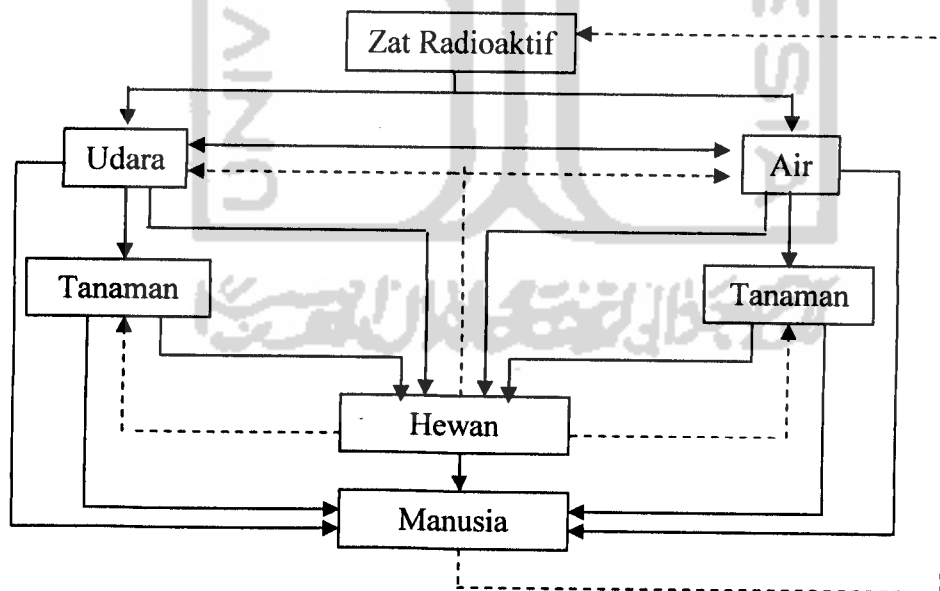
Radioisotop yang menyebabkan timbulnya radioaktivitas lingkungan, baik yang berasal dari radioaktivitas alam maupun yang berasal dari radioaktivitas buatan, akan mengikuti salah satu atau lebih bentuk peluruhan yaitu radiasi α , radiasi β^- , radiasi β^+ , tangkapan elektron orbital, radiasi γ , dan radiasi neutron. Setiap hasil peluruhan ini akan selalu timbul radionuklida yang perlu diamankan demi keselamatan manusia dan lingkungan manusia dan lingkungan sekelilingnya (Fostner, U., and Prosi, F., 1979).

3.2 Peluruhan Radioaktif

Laju peluruhan inti radioaktif disebut aktivitas dimana semakin besar aktivitasnya, semakin banyak inti atom yang meluruh tiap detik. Aktivitas radiasi adalah besaran yang menyatakan jumlah peluruhan yang terjadi tiap detik. Pemancaran sinar radiasi oleh sumber radiasi bersifat acak. Proses pemancaran radiasi tidak dipengaruhi oleh proses pemancaran sebelumnya dan juga tidak akan mempengaruhi proses pemancaran berikutnya (Jatiman, S., 1994).

3.3 Efek Radiasi Pada Tubuh Manusia

Pencemaran radioaktivitas lingkungan baik alam maupun buatan yang melalui udara, sinar matahari, air pada akhirnya akan sampai juga kepada manusia, seperti pada daur pencemaran radioaktivitas lingkungan pada gambar 1.

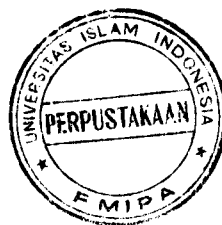


Gambar 1. Daur Pencemaran Radioaktivitas Lingkungan (Wardhana, 1995)

Setiap radiasi akan berpengaruh terhadap organisme. Pengaruh tersebut ada yang baik dan ada yang buruk. Cahaya matahari dibutuhkan untuk hidup, tetapi kalau jumlahnya terlalu banyak akan mendatangkan efek negatif. Sebaliknya apabila terlalu kurang, perkembangan makhluk hidup tidak akan sempurna. Radiasi sinar radioaktif pada umumnya akan mengganggu kelangsungan hidup organisme, tetapi apabila jumlahnya sangat sedikit pengaruhnya dapat diabaikan.

Radionuklida yang masuk ke lingkungan dapat menyebabkan tercemarnya tanah dan air dalam jumlah tinggi dan juga kerusakan-kerusakan biologis pada organisme termasuk manusia. Salah satu sifat radionuklida yang mudah larut dalam air, mempermudah masuknya ke dalam akar-akar tanaman dan juga ke seluruh bagian tanaman seperti batang, daun dan buah. Radionuklida yang mencemari tanaman akan sampai pada manusia secara langsung bila seseorang makan tanaman (tanaman pangan), sedangkan secara tidak langsung bila memakan bahan makanan dari hewan, antara lain susu, daging dan telur.

Radiasi dapat mengenai tubuh dari luar (radiasi eksternal) atau dari dalam tubuh (radiasi internal), yang berasal dari masuknya zat radioaktif yang mengendap dalam tubuh manusia. Efek radiasi eksternal dan internal tidak ada bedanya. Selain itu radiasi dapat mengenai seluruh bagian tubuh, dimana efek radiasi terhadap tubuh tergantung pada bagian tubuh yang terkena radiasi. Sel-sel tubuh yang terkena radiasi dapat rusak, mati atau mengalami mutasi genetik tergantung besarnya dosis radiasi. Tingkat kesembuhan dan pemulihannya tergantung pada besarnya dosis dan daya tahan tubuh yang bersifat individual.



Radiasi dan ionisasi yang terjadi pada tubuh tidak bersifat spesifik, artinya dapat terjadi pada sembarang bagian tubuh. Karena dalam zat makanan dimungkinkan langsung berada dalam molekul suatu protein, atau dalam suatu asam nukleat, maka efek-efek tertentu yang disebabkan oleh rusaknya molekul dapat dipastikan. Namun karena sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air, sebagian besar tindakan langsung radiasi juga terjadi pada air. Hasil penyerapan energi oleh air membentuk radikal-radikal bebas yang bersifat reaktif dalam air secara kimia bersifat toksik/ beracun dan mungkin mengeluarkan daya peracunya terhadap molekul-molekul lainnya. Pembentukan radikal-radikal ini terjadi pada darah akan sangat mungkin terjadi jika bahan yang terkontaminasi unsur radioaktif adalah bahan makanan yang selalu masuk ke dalam darah secara berkelanjutan.

Radiasi merupakan salah satu bentuk serangan secara toksikan secara fisika. Pada aksi fisika ini bentuk serangan cenderung dalam bentuk penghancuran dan peradangan. Sebagai contoh kasus adalah kasus dermatitis yang terjadi pada kulit, kemerangan, kulit pecah-pecah dan sebagainya. Disamping itu radiasi tingkat tinggi dapat menghancurkan lapisan mukosa pada kulit. Bentuk-bentuk lain dari serangan toksikan secara fisika ini adalah iritasi, demam dan lain-lain. Jadi radiasi pada tubuh manusia ada yang bersifat langsung dan ada yang bersifat tidak langsung (Sasongko, D.P., 1995).

3.4 Spektrometri

Pengukuran radioaktivitas pada sampel lingkungan memerlukan peralatan dan teknik pengukuran yang khusus karena aktivitasnya sangat rendah, karena

cacahannya mendekati cacah latar sehingga sering menimbulkan kesulitan interpretasi data (Nareh dan Shaleh, 1993).

Spektrometri merupakan salah satu cara menganalisis zat radioaktif yang memancarkan radiasi. Alat yang digunakan untuk analisis zat radioaktif disebut spectrometer. Spektrometer ada bermacam-macam antara lain, Alat Cacah α dan Alat Cacah β .

3.4.1 Alat Cacah Alpha

Spektrometri alpha (α) adalah salah satu cara analisis zat radioaktif pemancar α . Cara ini banyak digunakan untuk menentukan radionuklida dalam deret aktinida seperti ^{235}U , ^{240}Pu , ^{241}Am , ^{210}Po , dan sebagainya. Alat yang digunakan untuk analisa zat radioaktif pemancar α disebut Spektrometer α .

Zarah α adalah zarah (foton gelombang) yang terdiri atas 2 proton dan 2 neutron sehingga sebenarnya merupakan inti Helium (He). Zat pemancar α adalah unsur yang mempunyai nomor atom yang tinggi yaitu >83 . Zarah α dipancarkan dalam proses peluruhan - α yang secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :



A = Nomor massa = jumlah proton + jumlah neutron

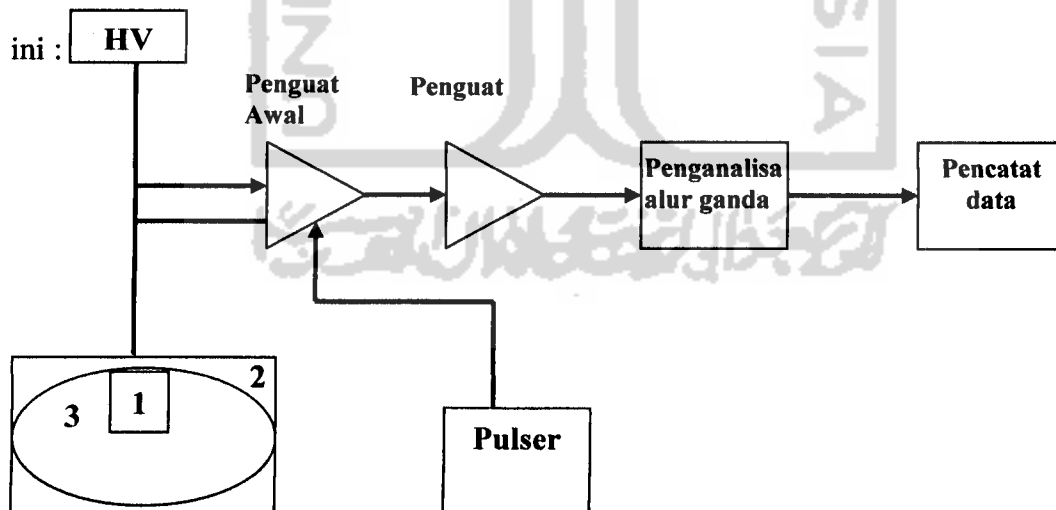
Z = Nomor atom = jumlah proton

Zarah yang dipancarkan dari inti atom mempunyai tenaga tertentu besarnya (diskrit) sehingga spectrum α merupakan garis, analisa kualitas dalam spektrometer α didasarkan pada penentuan puncak-puncak dalam alat Cacah α tertentu dipancarkan oleh radionuklida tertentu pula.

Suatu perangkat alat Cacah α terdiri atas beberapa perangkat yaitu detektor, penyedia tegangan, penguat awal, penganalisa, alur ganda dan pencatat data.

Cuplikan akan memancarkan α ke segala arah, sebagian dari zarah tersebut akan diterima detektor. Sebagai hasil akhir dari proses interaksi zarah α dengan materi detektor yaitu ZnS akan dihasilkan pulsa yang tinggi sebanding dengan tenaga zarah α . Pulsa-pulsa tersebut kemudian diperkuat dan dibentuk oleh penguat awal dan kemudian akan dimasukkan kedalam penganalisa salur tunggal. Alat terakhir ini mampu memilah-milah pulsa menurut tingginya dan mencatat pada memorinya. Kemudian dilanjutkan ke penganalisa alur ganda untuk ditampilkan dalam bentuk angka yang kemudian dapat diolah secara manual dengan perhitungan tertentu agar dapat diinterpretasikan (Susetyo, 1988).

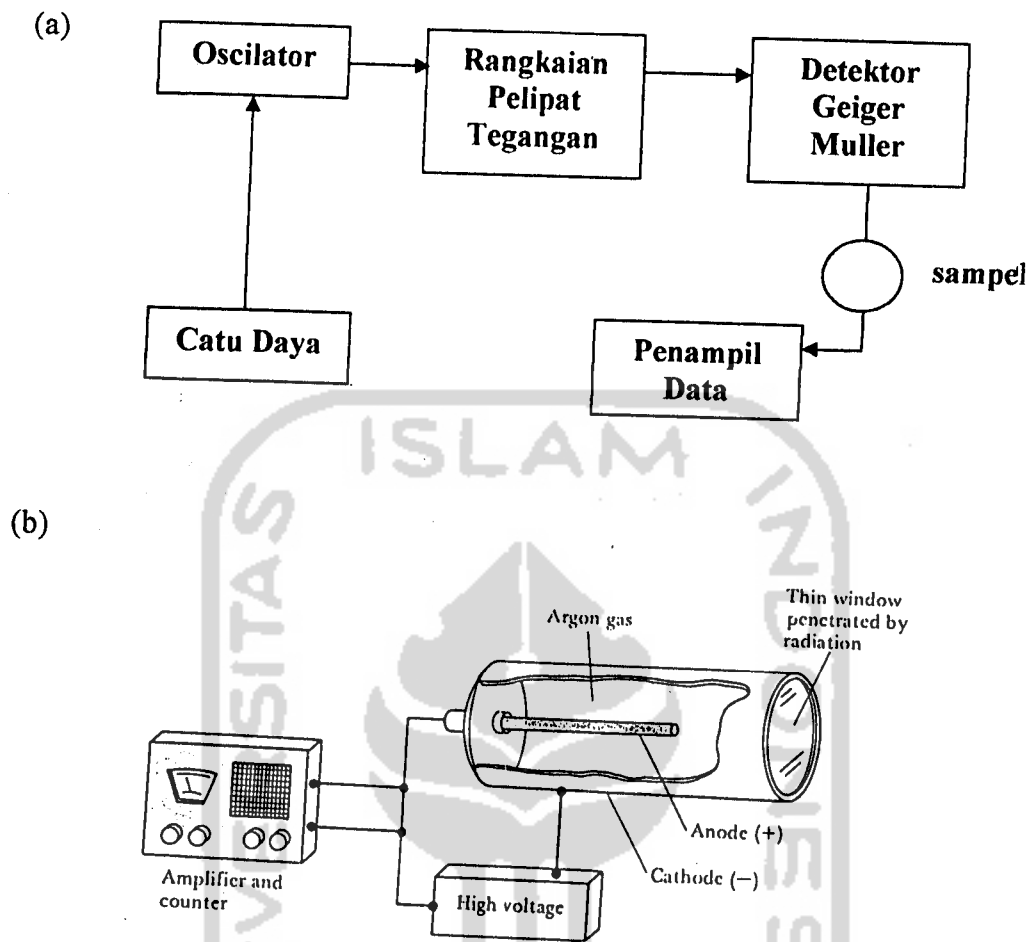
Skema dari suatu alat Alat Cacah Alpha dapat dilihat pada gambar berikut



Keterangan :

1. Detektor ZnS
2. Pompa Vacum
3. Kamar Vacum

Gambar 2. Skema Alat Cacah Alpha



Gambar 3. (a) Skema Alat Cacah Beta dan (b) Skema Detektor Geiger-Muller

BAB IV

HIPOTESIS

Berdasarkan dari Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori dapat diambil sebuah Hipotesis yaitu :

1. Pada sampel air dari lima sungai di Semenanjung Muria mempunyai radioaktivitas Gross Alpha dan Beta yang masih di bawah ambang batas baku mutu air sesuai PP No. 20 Tahun 1990.
2. Radioaktivitas gross Alpha dan Beta yang terkandung dalam sampel sedimen > tanaman kangkung dan > air sungai dari lima sungai di wilayah Lemahabang di Semenanjung Muria masih sangat rendah dan dapat dikatakan aman bagi yang memanfaatkannya.

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Alat Dan Bahan

5.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan adalah :

1. *Timbangan Ohaus GT 410 Digital*
2. *Alpha Counter Single Channel TA-MOD PAS-8*
3. *Betha Counter Cacah Latar GM Detector (Low Background Counter) Model 3002D*
4. *Furnace Nabertherm*
5. *Ayakan 100 mesh (ASTME - 11 Specification) USA Fisher Scientific Company "Opening Micrometer 150", "Opening Inches 0,0059"*
6. *Lampu Pemanas*
7. *Kompor Listrik*
8. *Planset Alumunium*
9. *Cawan Porselen*
10. *Plastik Klip*
11. *Pipet*
12. *Jerigen air*
13. *Sendok sunggu*

5.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Sampel air sungai dari lima sungai di Semenanjung Muria
2. Sampel tanaman kangkung dari lima sungai di Semenanjung Muria
3. Sampel sedimen sungai dari lima sungai di Semenanjung Muria
4. Standar Am-241 (α)
5. Standar Sr⁹⁰ (β)
6. Alkohol dan Aseton
7. Aquades
8. N₂ cair

5.2 Lokasi Sampling dan Tempat Penelitian

Lokasi Sampling adalah lima sungai di sekitar Lemahabang di Semenanjung Muria yaitu : Sungai Balong, Sungai Suru, Sungai Wareng, Sungai Gelis, dan Sungai Kancilan.

Tempat Penelitian yang dipilih adalah Laboratorium DIB-BTFK Bidang Teknofisikokimia di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju BATAN Yogyakarta.

5.3 Metodologi Penelitian

5.3.1 Preparasi Sampel

Sebelum dilakukan pencacahan sampel untuk mengetahui besarnya radioaktivitas gross Alpha dan gross Beta dari sampel air sungai, tanaman kangkung, dan sedimen sungai dari lima sungai di sekitar Semenanjung Muria harus dilakukan preparasi sampel terlebih dahulu. Perlakuan sampel ini

dimaksudkan agar diperoleh hasil pencacahan yang maksimal. Perlakuan sampel berbeda untuk tiap jenis sampel, misalnya perlakuan untuk sampel air akan berbeda dengan sampel tanaman kangkung dan sedimen.

5.3.1.1 Tanaman Kangkung

1. Pengambilan sampel dilakukan di lima sungai di Semenanjung Muria.
2. Sampel dipisahkan menurut lokasinya dalam wadah yang berbeda.
3. Sampel dibersihkan dari kotoran dengan air dari sungai tempat pengambilan sampel.
4. Sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan preparasi.
5. Sampel yang digunakan hanya daunnya saja.
6. Setiap sampel dimasukkan dalam wadah berbeda yang sudah diberi N₂ cair yang suhunya mencapai -176 °C, sehingga membeku. Penggunaan N₂ cair adalah untuk memudahkan penumbukan agar bisa halus dan lolos 100 mesh karena serat-serat pada kangkung sudah terputus.
7. Ditumbuk sampai halus dan lolos dalam saringan ukuran 100 mesh.
8. Sampel dikeringkan dibawah lampu pemanas.
9. Ditimbang berat keringnya dan diberi kode sesuai dengan asal sampel agar tidak tertukar.
10. Sampel diabukan dalam *furnace* pada suhu 400 °C selama 360 menit dalam satu hari . Hal ini dilakukan selama empat hari berturut-turut. Pengabuan ini dilakukan agar molekul air dan pengotor yang masih ada bisa hilang sehingga tidak mengganggu pencacahan.

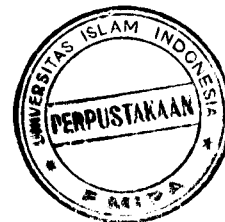
11. Sampel ditimbang lagi beratnya dan dimasukkan wadah dan diberi kode lagi agar tidak saling tertukar.
12. Sampel dimasukkan dalam planset alumunium dan berat sampel dibuat sama.
13. Sampel siap dianalisis.

(Sumber: Laboratorium DIB-BTFK, BATAN, 2002)

5.3.1.2 Air Sungai

1. Sampel air sungai diambil dilima sungai di Semenanjung Muria dan dimasukkan dalam jerigen air dan diberi kode berdasarkan tempat pengambilan.
2. Sampel dibawa di Laboratorium untuk dilakukan preparasi.
3. Sampel disaring untuk membuang kotoran yang ada.
4. Sampel dipekatkan dengan cara dipanaskan dalam kompor listrik sampai volume tertentu.
5. Hasil pemekatan itu dimasukkan dalam tempat dan diberi label agar tidak tertukar.
6. Untuk keperluan pencacahan sampel dipekatkan kembali dibawah lampu pemanas.
7. Sampel dipekatkan dalam sebuah planset (tempat sampel) dengan cara meneteskan sedikit demi sedikit sampai terbentuk endapan kerak pada planset.
8. Sampel siap dianalisis.

(Sumber: Laboratorium DIB-BTFK, BATAN, 2002)



5.3.1.3 Sedimen Sungai

1. Sampel sedimen sungai diambil dilima sungai di Semenanjung Muria dan dimasukkan dalam wadah.
2. Sampel dibersihkan dari kotoran dan kemudian dibawa ke laboratorium.
3. Sampel ditimbang berat basahnya.
4. Sampel dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari atau dibawah lampu pemanas.
5. Sampel kering ditumbuk sampai halus dan lolos saringan 100 mesh.
6. Sampel dimasukkan dalam wadah dan diberi label.
7. Sampel dimasukkan dalam planset alumunium dan berat sampel dibuat sama.
8. Sampel siap dianalisis.

(Sumber: Laboratorium DIB-BTFK, BATAN, 2002)

5.3.2 Pencacahan Dengan Alat Cacah Alpha

1. Sebelum digunakan Alat Cacah Alpha harus dipanaskan terlebih dahulu \pm 15 menit dengan tegangan 0 V.
2. Setelah 15 menit tegangan dinaikkan menjadi 275V dan waktu diset untuk 3600 detik.
3. Mencari efisiensi alat dengan mencacah standar pemancar alpha yaitu Am^{241} .
4. Pengukuran pertama adalah pengukuran cacah latar (*background*) yaitu dengan mencacah planset kosong selama 3600 detik dan tegangan sebesar 275 V.

5. Semua sampel yang akan dicacah dimasukkan dalam planset serta diberi kode agar tidak tertukar.
6. Planset yang berisi sampel dimasukkan dalam alat cacah secara bergantian dan waktunya adalah satu jam serta tegangan 275 V.
7. Setiap daerah pengambilan sampel dibuat dua cuplikan atau dibuat dalam dua planset agar dapat dianalisis dua kali..
8. Ruangan tempat pencacahan Alpha diusahakan jauh dari getaran dan arus listrik diusahakan stabil karena akan mempengaruhi hasil pencacahan.

(Sumber: Laboratorium DIB-BTFK, BATAN, 2002)

5.3.3 Pencacahan Dengan Alat Cacah Betha

1. Sebelum digunakan alat dipanaskan selama kurang lebih 15 menit dengan tegangan 0 V.
2. Alat diset pada tegangan 1150 V dan waktunya diset selama 20 menit.
3. Dilakukan optimasi alat untuk mencari harga *Chi Square* yaitu harga yang menunjukkan angka yang menyatakan bahwa alat tersebut masih layak pakai atau tidak untuk mencacah sampel.
4. Optimasi ini dilakukan dengan mencacah standar pemancar Betha yaitu Sr^{90} .
5. Sampel dicacah selama 20 menit dan tegangan sebesar 1150 V.
6. Pertama adalah mencacah planset kosong untuk mendapatkan cacah *background*.
7. Berat sampel dibuat sama untuk memudahkan perhitungan aktivitas karena berpengaruh terhadap harga efisiensi.

(Sumber: Laboratorium DIB-BTFK, BATAN, 2002)

5.4 Perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan untuk mencari aktivitas gross Alpha dan Beta adalah sebagai berikut: (Taftazani, A., Sumining, 2000)

1. Aktivitas Gross Alpha

$$A_{\alpha} = \frac{CPS_{\alpha} - CPS_{Bg}}{60 \times E_{\alpha} \times L} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan : A_{α} = Aktivitas Gross Alpha (Bq/L) atau DPS

CPS_{α} = Laju cacah per detik sampel

CPS_{Bg} = Laju cacah latar (*Background*)

E_{α} = Efisiensi Alat Cacah Alpha

L = Berat sampel

2. Aktivitas Gross Beta

$$A_{\beta} = \frac{CPS_{\beta} - CPS_{Bg}}{60 \times E_{\beta} \times L} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan : A_{β} = Aktivitas Gross Beta (Bq/L) atau DPS

CPS_{β} = Laju cacah per detik sampel

CPS_{Bg} = Laju cacah latar (*Background*)

E_{β} = Efisiensi Alat Cacah Beta

L = Berat sampel

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Jenis Sampel

Berikut adalah tabel data tentang sampel:

Tabel 2. Asal, Tanggal Pengambilan, dan Kode Sampel

No.	Jenis Sampel	Tgl. Pengambilan	Asal Sampel	Kode Sampel
1.	Air Sungai	24 Juli 2003	Kali Kancilan	A1a
				A1b
			Kali Wareng	A2a
				A2b
			Kali Balong	A3a
				A3b
			Kali Suru	A4a
				A4b
2.	Biota (tanaman kangkung)	20Februari 2003	Kali Kancilan	B1a
				B1b
			Kali Wareng	B2a
				B2b
			Kali Balong	B3a
				B3b
			Kali Suru	B4a
				B4b
			Kali Gelis	B5a
				B5b
3.	Sedimen	24 Juli 2003	Kali Kancilan	S1a
				S1b
			Kali Wareng	S2a
				S2b
			Kali Balong	S3a
				S3b
			Kali Suru	S4a
				S4b
Kali Gelis	S5a			
	S5b			

6.2 Optimasi Alat

Hasil kalibrasi peralatan cacah alpha untuk menentukan kestabilan peralatan dan Efisiensi detektor ZnS menggunakan standard Am^{241} yang mempunyai waktu paruh 432,6 tahun pada energi 0-60 KV serta tenaga 5,490 keV pada tanggal 28 April 2003 dengan waktu pencacahan 60 detik untuk pencacahan Alpha telah dihitung sebesar 10,3919 %. Efisiensi pencacahan Beta berdasarkan Grafik efisiensi LBC (*Low Background Counter*). Untuk uji kestabilan alat (uji *chi square*) pada alat *Betha Counter* adalah dengan mencacah standar pemancar betha yaitu Sr^{90} sebanyak 10 kali dengan waktu 1200detik dan tegangan 1150 V telah dihitung sebesar 9,00008. Untuk uji kestabilan alat cacah alpha dengan mencacah standar pemancar betha yaitu Am^{241} sebanyak 10 kali dan tegangan 275 V telah dihitung sebesar 9,0013 (Lampiran 1 dan 2)

6.3 Hasil dan Pembahasan

6.3.1 Pencacahan Gross Alpha

6.3.1.1 Sampel Air

Data distribusi radioaktivitas gross Alpha untuk sampel air dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 3600 detik, tegangan 275 V, cacah latar (*background*) sebesar 3 CPJ (Cacah Per Jam) dan Efisiensi alat 10,3919 % adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Air

No.	Kode	CPJ	CPS	DPS	DPS Rata-rata (Bq/L)	Presisi (%)
1.	A 1a	5	$1,388 \times 10^{-3}$	0,000426	0,000319 ± 0,000151	52,79
2.	A 1b	4	$1,111 \times 10^{-3}$	0,000213		
3.	A 2a	6	$1,666 \times 10^{-3}$	0,001480	0,001730 ± 0,000535	79,59
4.	A 2b	7	$1,944 \times 10^{-3}$	0,001980		
5.	A 3a	8	$2,222 \times 10^{-3}$	0,001536	0,001536 ± 0,000000	100
6.	A 3b	8	$2,222 \times 10^{-3}$	0,001536		
7.	A 4a	3	$8,333 \times 10^{-4}$	0,000000	0,000000	0
8.	A 4b	3	$8,333 \times 10^{-4}$	0,000000		

Keterangan : cv (*coefficient of variant*) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = $100\% - cv$

DS = Deviasi standard KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second(Aktivitas)

Dari Tabel 3 terlihat bahwa radioaktivitas gross Alpha cuplikan air sungai dari lima sungai di Semenanjung Muria berkisar antara 0,000 Bq/L dari Kali Suru sampai dengan $0,001730 \pm 0,000535$ Bq/L dari Kali Wareng. Nilai paparan radioaktivitas gross Alpha terukur dari cuplikan air sungai di lima sungai sekitar Semenanjung Muria masih jauh dibawah ambang batas menurut PP No. 20 tahun 1990 (0,1 Bq/L). Sehingga dari aspek radioekologis untuk gross Alpha bisa dikategorikan baik karena masih jauh di bawah ambang batas. (Lampiran 3 Lampiran 4)

6.3.1.2 Sampel Kangkung

Data distribusi radioaktivitas gross Alpha untuk sampel tanaman kangkung dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 3600 detik, tegangan 275 V, cacah latar (*background*) sebesar 3 CPJ, berat sampel 1 gram dan Efisiensi alat 10,3919 % adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Kangkung

No.	Kode	CPJ	CPS	DPS Berat kering	DPS Rata-rata (Bq/gram)	Presisi (%)
1.	B 1a	10	$2,777 \times 10^{-3}$	0,001020	0,000423 ± 0,000094	77,778
2.	B 1b	14	$3,888 \times 10^{-3}$	0,000802		
3.	B 2a	13	$3,611 \times 10^{-3}$	0,000624	0,000401 ± 0,000063	74,286
4.	B 2b	11	$3,055 \times 10^{-3}$	0,000445		
5.	B 3a	26	$7,222 \times 10^{-3}$	0,000445	0,000911 ± 0,000154	83,093
6.	B 3b	21	$5,833 \times 10^{-3}$	0,000356		
7.	B 4a	17	$4,722 \times 10^{-3}$	0,000223	0,000535 ± 0,000126	76,448
8.	B 4b	13	$3,611 \times 10^{-3}$	0,000267		
9.	B 5a	8	$2,222 \times 10^{-3}$	0,000356	0,000245 ± 0,000031	87,347
10.	B 5b	9	$2,500 \times 10^{-3}$	0,000490		

Keterangan : cv (*coefficient of variant*) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = $100\% - cv$

DS = Deviasi standard KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second (Aktivitas)

Aktivitas Alpha (gross) terukur untuk sampel biota pada Tabel 4 menunjukkan kisaran antara $0,0002450 \pm 0,0000315$ Bq/gram dari Kali Gelis sampai $0,000911 \pm 0,00001541$ Bq/gram dari Kali Balong.

6.3.1.3 Sampel Sedimen

Data distribusi radioaktivitas gross Alpha untuk sampel sedimen dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 3600 detik, tegangan 275 V, cacah latar (*background*) sebesar 3 CPJ, berat 1 gram dan Efisiensi alat 10,3919 % adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Alpha Sampel Sedimen

No.	Kode	CPJ	CPS	DPS	DPS Rata-rata (Bq/gram)	Presisi (%)
1.	S 1a	18	$5,000 \times 10^{-3}$	0,000668	$0,000668 \pm 0,000000$	100
2.	S 1b	18	$5,000 \times 10^{-3}$	0,000668		
3.	S 2a	23	$6,388 \times 10^{-3}$	0,000891	$0,000935 \pm 0,000063$	93,262
4.	S 2b	25	$6,944 \times 10^{-3}$	0,000980		
5.	S 3a	15	$4,166 \times 10^{-3}$	0,000535	$0,000601 \pm 0,000094$	84,359
6.	S 3b	18	$5,000 \times 10^{-3}$	0,000668		
7.	S 4a	16	$4,444 \times 10^{-3}$	0,000579	$0,000579 \pm 0,000000$	100
8.	S 4b	16	$4,444 \times 10^{-3}$	0,000579		
9.	S 5a	16	$4,444 \times 10^{-3}$	0,000579	$0,000601 \pm 0,000032$	94,675
10.	S 5b	17	$4,722 \times 10^{-3}$	0,000624		

Keterangan : cv (*coefficient of variant*) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = $100\% - cv$

DS = Deviasi standard KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second (Aktivitas)

Aktivitas Alpha (gross) terukur untuk sampel sedimen pada Tabel 5 menunjukkan kisaran antara $0,0005791 \pm 0$ Bq/gram dari Kali Suru sampai $0,000935 \pm 0,000063$ Bq/gram dari Kali Wareng.

6.3.2 Pencacahan Gross Beta

6.3.2.1 Sampel Air

Data distribusi radioaktivitas gross Beta untuk sampel air dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 1200 detik, tegangan 1250 V, cacah latar (*background*) sebesar 0,03 CPS adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Air

No.	Kode	Cacah Per 20 Menit	CPS	DPS Air (Bq/Liter)	DPS Rata-rata Air (Bq/Liter)	Presisi (%)
1.	A 1a	60	0,0500	0,000169	0,000162 ±	99,389
2.	A 1b	58	0,0483	0,000155	9,89 x 10 ⁻⁶	
3.	A 2a	70	0,0583	0,000540	0,0005475 ±	98,064
4.	A 2b	71	0,0591	0,000555	1,06 x 10 ⁻⁵	
5.	A 3a	52	0,0433	0,000161	0,000171 ±	91,813
6.	A 3b	54	0,0450	0,000181	1,40 x 10 ⁻⁵	
7.	A 4a	64	0,0533	0,000316	0,000304 ±	94,408
8.	A 4b	62	0,0516	0,000292	1,70 x 10 ⁻⁵	

Keterangan :

A1 = kali Kancilan Berat = 0,209 gram efisiensi = 9,40%

A2 = kali Wareng Berat = 0,090 gram efisiensi = 9,70%

A3 = kali Balong Berat = 0,145 gram efisiensi = 9,50%

A4 = kali Suru Berat = 0,128 gram efisiensi = 9,60%

Cacah background = 0,03 CPS

Volume Air Sungai = 2 L

cv (*coefficient of variant*) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = 100 % - cv

DS = Deviasi standard

KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam

CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second (Aktivitas)

Aktivitas Beta (gross) terukur untuk sampel air pada Tabel 6 menunjukkan kisaran antara $0,000162 \pm 9,89 \times 10^{-6}$ Bq/L dari Kali Kancilan

sampai $0,0005475 \pm 1,06 \times 10^{-5}$ Bq/L dari Kali Wareng. Nilai paparan radioaktivitas gross Beta terukur dari cuplikan air sungai di lima sungai sekitar Semenanjung Muria masih jauh dibawah ambang batas menurut PP No. 20 tahun 1990 (1,0Bq/L). Sehingga dari aspek radioekologis untuk gross Beta bisa dikategorikan baik karena masih jauh di bawah ambang batas.

6.3.2.2 Sampel Kangkung

Data distribusi radioaktivitas gross Beta untuk sampel kangkung dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 1200 detik, tegangan 1250 V, cacah latar (background) sebesar 0,03 CPS dan efisiensi alat berdasarkan berat sampel 1 gram yaitu sebesar 7 % adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Kangkung

No.	Kode	Cacah Per 20 Menit	CPS	DPS Berat Kering (Bq/gram)	DPS Rata-Rata Berat Kering (Bq/gram)	Presisi (%)
1.	B 1a	773	0,6442	0,0149	0,0146 ± 0,0004243	97,097
2.	B 1b	743	0,6192	0,0143		
3.	B 2a	722	0,6017	0,0207	0,0219 ± 0,001697	92,251
4.	B 2b	800	0,6667	0,0231		
5.	B 3a	627	0,5225	0,0208	0,02135 ± 0,000778	96,356
6.	B 3b	660	0,5500	0,0219		
7.	B 4a	764	0,6367	0,0198	0,020 ± 0,000282	98,590
8.	B 4b	780	0,6500	0,0202		
9.	B 5a	825	0,6875	0,0209	0,02005 ± 0,001202	94,005
10.	B 5b	758	0,6317	0,0192		

Keterangan : cv (coefficient of variant) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = $100\% - cv$

DS = Deviasi standard KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second (Aktivitas)

Aktivitas Beta (gross) terukur untuk sampel kangkung pada Tabel 7 menunjukkan kisaran antara $0,0146 \pm 0,0004243$ Bq/gram dari Kali Kancilan sampai $0,0219 \pm 0,001697$ Bq/gram dari Kali Wareng.

6.3.2.3 Sampel Sedimen

Data distribusi radioaktivitas gross Beta untuk sampel sedimen dari lima sungai di Semenanjung Muria dengan waktu cacah 1200 detik, tegangan 1250 V, cacah latar (background) sebesar 0,03 CPS dan efisiensi alat berdasarkan berat sampel 1 gram yaitu sebesar 7 % adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Gross Beta Sampel Sedimen

No.	Kode	Cacah Per 20 menit	CPS	DPS (Bq/gram)	DPS Rata-rata (Bq/gram)	Presisi (%)
1.	S 1a	154	0,1283	0,0234	$0,02160 \pm 0,0034$	84,259
2.	S 1b	130	0,1083	0,0186		
3.	S 2a	120	0,1000	0,0166	$0,01625 \pm 0,00050$	96,923
4.	S 2b	116	0,0966	0,0159		
5.	S 3a	135	0,1125	0,0196	$0,01970 \pm 0,000140$	99,289
6.	S 3b	136	0,1133	0,0198		
7.	S 4a	130	0,1083	0,0186	$0,01845 \pm 0,00021$	98,862
8.	S 4b	128	0,1067	0,0183		
9.	S 5a	130	0,1083	0,0186	$0,01835 \pm 0,00030$	98,365
10.	S 5b	127	0,1058	0,0181		

Keterangan : cv (*coefficient of variant*) = $(DS/KR) \times 100\%$

Presisi = $100\% - cv$

DS = Deviasi standard KR = Kadar Rerata

CPJ= Cacah Per Jam CPS= Cacah Per Second

DPS= Disintegrasi Per Second (Aktivitas)

Aktivitas Beta (gross) terukur untuk sampel sedimen pada Tabel 8 menunjukkan kisaran antara $0,01625 \pm 0,00050$ Bq/gram dari Kali Wareng sampai $0,0216 \pm 0,0034$ Bq/gram dari Kali Kancilan.

6.3.3 Pembahasan

Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk gross Alpha dan Beta pada sampel air belum melampaui ambang batas baku mutu air yang dikeluarkan oleh pemerintah RI yaitu sebesar 0,1 Bq/L untuk gross alpha dan 1,0 Bq/L untuk gross beta.

Nilai ambang batas pembanding untuk sampel biota dan sedimen belum ada, maka ambang batas untuk air tidak dapat digunakan sebagai pembanding. Tetapi dari hasil diatas menunjukkan paparan radioaktivitas gross Alpha dan Beta di lima sungai sekitar Semenanjung Muria untuk sampel sedimen dan biota masih jauh dibawah ambang batas baku mutu untuk air. Dari hasil pengukuran sampel air mempunyai radioaktivitas gross alpha dan beta lebih kecil daripada sampel biota dan sedimen karena air hanya sebagai zat pembawa. Dari hasil yang diperoleh radioaktivitas gross alpha dan beta sedimen dan biota masih jauh dibawah baku mutu air maka dari segi radioekologi untuk gross Alpha maka sampel sedimen dan biota dapat dikategorikan baik.

Sampel terukur baik aktivitas Alpha (Gross) maupun aktivitas Beta (Gross) umumnya menunjukkan adanya perpindahan (akumulasi) radionuklida menurut jalur air – sedimen – biota. Hal ini terlihat lebih jelas dari pengukuran gross Beta dari pada pengukuran gross Alpha dimana hasil cacah menunjukkan bahwa gross Beta biota lebih besar dari pada sedimen dan air. Untuk gross Alpha



akumulasi radionuklida lebih merata. Hal ini karena hasil terukur yang diperoleh sangat kecil (cacah latar) sehingga terlihat lebih merata antara sampel air, sedimen dan biota. Tetapi jalur radionuklida untuk akumulasi gross Alpha sama yaitu air – sedimen – biota.

Pola penyebaran radioaktivitas gross betha yaitu dari air – sedimen – biota disebabkan karena pada hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada sampel air radioaktivitas gross bethanya paling sedikit dibandingkan dengan sampel sedimen dan sampel kangkung. Sedang pada aktivitas gross alpha menunjukkan bahwa pola sebarannya adalah air - kangkung – sedimen. Hal ini karena sampel air paling kecil dibandingkan dengan kangkung dan sedimen.

Pola penyebaran radioaktivitas gross alpha dan betha sebenarnya adalah dari yang terkecil adalah air dan yang terbesar adalah sedimen. Hal ini dikarenakan bahwa sedimen merupakan tempat pengendapan terakhir dari air yang membawa limbah radioaktif. Sedangkan untuk sampel biota hanya mengambil dari sedimen dan jumlahnya lebih kecil dari sedimen tetapi lebih besar dari air. Akan tetapi disini dapat dibuktikan bahwa ada jalur perpindahan radioaktivitas dari air kesedimen dan dari sedimen menuju biota.

Kecilnya hasil cacah radioaktivitas baik gross alpha maupun betha pada semua sampel menunjukkan bahwa daerah aliran sungai dari lima sungai di wilayah Lemahabang Semenanjung Muria belum banyak tercemar limbah radioaktif dari aktivitas manusia baik limbah dari rumah tangga maupun dari industri.

Untuk mengantisipasi kesalahan dari tahap preparasi sampai analisis adalah dengan cara melakukan pengujian ulang dari langkah awal yaitu sampling, preparasi maupun saat analisis dengan metode yang benar dan lebih teliti.

Dari semua kesalahan tersebut dapat dievaluasi dengan melihat besarnya presisi (keseksamaan) dan ketelitian (akurasi). Presisi hasil analisis dapat dilihat dari variasi hasil yang diperoleh bila pengukuran dilakukan berulang. (Taftazani, A., 2001)

Dari hasil perhitungan ternyata presisi dari sampel air, sedimen dan kangkung dari lima sungai di Semenanjung Muria berbeda dari tiap sampel. Untuk sampel air pada pengukuran gross alpha berkisar antara 52,79% - 100 %, untuk kangkung berkisar antara 74,286 % - 87,347 %, dan untuk sedimen antara 84,359 % - 100 %. Sedangkan untuk pengukuran betha pada sampel air presisi berkisar antara 91,813 % - 99,389 %, untuk kangkung antara 92,251 % - 98,590 %, dan untuk sampel sedimen berkisar 84,259 % - 99,209 %.(Lampiran 5)

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa data menunjukkan hasil presisi yang cukup baik dimana presisi yang baik adalah $\geq 90\%$. Tetapi ada beberapa penghitungan yang menunjukkan bahwa presisinya kurang baik yaitu pada pengukuran gross alpha sampel kangkung dan air.

Hasil dari penelitian ini hanya bersifat sementara karena hanya berlaku untuk periode dimana PLTN dan PLTU belum dibangun yaitu untuk pengambilan sampling pada bulan Februari sampai Juli 2003. Jadi apabila dilakukan pengambilan sampel dan dianalisis untuk waktu yang akan datang maka hasilnya bisa saja berubah karena mungkin ada penambahan kadar radioaktivitas dari

aktivitas manusia, perubahan gejolak cuaca dan lain-lain apalagi ditambah dengan pembangunan PLTN dan PLTU di wilayah Lemahabang daerah Semenanjung Muria.

Untuk pengujian besarnya perbedaan atau tidak dalam perhitungan besarnya gross alpha dan betha di lima sungai di Semenanjung Muria dengan sampel air, kangkung, dan sedimen digunakan pengujian dengan cara Anova menggunakan selang kepercayaan 95 %, dan menggunakan metode *Post Hoc Tests* dengan metode *Tukeyv HSD* dan *Bonferroni* diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan perhitungan gross alpha dan betha sampel air kecuali Sungai Kancilan dengan Sungai Suru dan Sungai Balong dengan Wareng pada gross alpha serta Sungai Kancilan dengan Sungai Balong pada gross Betha.

Untuk sampel kangkung terdapat perbedaan hanya pada Sungai Kancilan dengan Sungai Balong, Sungai Suru, Sungai Gelis pada gross alpha dan betha. Untuk sampel Sedimen tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil perhitungan yang diperoleh baik gross alpha dan betha (Lampiran 10).

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, perhitungan dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil uji statistik menggunakan uji Anova dengan selang kepercayaan 95% diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar hasil aktivitas gross alpha dan betha dari lima sungai di Semenanjung Muria dari sampel air dan kangkung, kecuali sampel sedimen yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan.
2. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa radioaktivitas gross alpha untuk sampel air sungai adalah Kali Wareng > Kali Balong > Kali Kancilan > Kali Suru. Untuk sampel kangkung, radioaktivitas gross alphanya adalah Kali Balong > Kali Suru > Kali Kancilan > Kali Wareng > Kali Gelis. Untuk sampel sedimen sungai tidak ada perbedaan signifikan.
3. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa radioaktivitas gross betha untuk sampel air sungai adalah Kali Wareng > Kali Suru > Kali Balong > Kali Kancilan. Dan untuk sampel kangkung, radioaktivitas gross Bethanya adalah Kali Wareng > Kali Balong > Kali Gelis > Kali Suru > Kali Kancilan. Untuk sampel sedimen sungai tidak terdapat perbedaan signifikan.

4. Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan ternyata kadar radioaktivitas gross alpha dan betha sampel air dari lima sungai di daerah Semenanjung Muria berada dibawah ambang batas sesuai dengan PPRI No. 20 tahun 1990 (gross alpha 0,1 Bq/L dan gross betha 1,0 Bq/L), berarti karena radioaktivitas gross alpha dan betha sampel air dari lima sungai di daerah Semenanjung Muria masih jauh dibawah ambang batas maka tidak berbahaya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup disekitar perairan Semenanjung Muria dan juga dapat digunakan sebagai data awal lingkungan sebelum dibangun PLTN dan PLTU.
5. Hasil terukur aktivitas Alpha dan Betha (gross) pada umumnya menunjukkan penyebaran atau distribusi menurut jalur air – sedimen – biota. Dimana air mengendapkan logam atau material yang mengandung radiasi kesedimen dan dari sedimen akan terserap sebagian dalam bentuk nutrisi atau mineral ke tumbuhan/ biota.

7.2 Saran

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut ditempat yang sama dengan alat yang sama untuk mengetahui tingkat distribusi radioaktivitas gross alpha dan gross betha setelah dibangunnya PLTN dan PLTU di daerah Semenanjung Muria.

Selain itu sebaiknya penelitian ini bisa diteruskan dengan Spektrometer Alpha dan Spektrometer Betha serta Spektrometer Gamma untuk mengidentifikasi radionuklida yang memancarkan radiasi Alpha, Betha dan Gamma.

DAFTAR PUSTAKA

- Aarkog, 1988, *The radiological Impact of the Chernobyl With that from Nuclear Weapons Fall Out Debris Compared*, Journal of Enviroment Radioactivity 6, Brussel
- Anonim, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20/ 1990*
- Anonim, *Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MenKes/SK/VII/2002*
- Anonim, *Keputusan Menteri KLH No. Kep-02/MENKLH/I/1988*
- Beiser, 1987, *Konsep Fisika Modern (Terjemahan)*, Erlangga, Jakarta
- Fostner, U., and Prosi, F., 1979, *Heavy Metal Polution In Fresh Water Ecosystems In Biological Aspects Of Fresh Water Polution*, Editor Orafera, Pergamon Press, New York
- Grass, M.G., 1990, *Oceanography a View of Earth*, 5th Edition, Pretice-Hall Inc, New Jersey
- Jatiman, S., 1994, *Introduksi Proteksi Petugas Proteksi Radiasi*, BATAN-PPL, Jakarta
- Nareh, dan Shaleh, 1993, *Sampling dan Preparasi Contoh*, Jakarta
- Odum, 1993, *Dasar-Dasar Ekologi*, Edisi 3, Gajah Mada University, Yogyakarta
- Rukmana, R., 2003, *Bertanam Kangkung*, Cetakan ketujuh, Kanisius, Yogyakarta
- Sasongko, D.P., 1995, *Suplemen Makalah Dampak Radioaktivitas Nuklir*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNDIP, Semarang
- Soemarto, C.D., 1993, *Hidrologi Teknik*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Susetyo, W., 1988, *Spektrometri Gamma*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Suratman, 1997, *Pengukuran Radioaktivitas Beta*, Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta, BATAN, Yogyakarta

Taftazani, A., Sumining, 2000, *Pola Penyebaran Radioaktivitas α , β dan Kandungan Radionuklida Dalam Cuplikan Kerang Hijau (*Mystilus Viridis L*), Sedimen dan Air Laut Di Pantai Cirebon Dan Pantai Losari Jawa Barat*, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah PIDTN, P3TM-BATAN, Yogyakarta

Taftazani, A., dkk, 2001, *Unjuk Kerja AANI Pada Analisis Logam Berat Dalam Cuplikan Lingkungan*, Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Nuklir P3TkN-BATAN, Bandung

Wardhana, 1995, *Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta



LAMPIRAN 1

OPTIMASI ALAT CACAH ALPHA

EFISIENSI ALAT CACAH ALPHA

Efisiensi dari alat diperoleh dari perhitungan dan menggunakan standard Am^{241} yang mempunyai waktu paruh 432,6 tahun dengan menggunakan detektor *Scitilasi* NaI(TL) berdasarkan sertifikat pada energi 0-60 KV serta tenaga 5,490 keV pada tanggal 28 April 2003 dengan waktu pencacahan 60 detik.

Dari kebiasaan diperoleh efisiensi 10-11 %. Standar ini dipergunakan pertama kali pada tanggal 07 Juni 1977 dan mempunyai aktivitas sebesar 15 dps. Dan setelah dilakukan pencacahan ulang pada tanggal 28 April 2003 maka diperoleh:

Tabel 9. Hasil pencacahan untuk standard Aktivitas Alpha

No. Pencacahan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPM	138	149	139	152	143	139	139	150	143	150
Background (CPJ)	3	2	4							

Rata-rata cacah standard = $144,2 \text{ CPM} \pm 5,2306$

Rata-rata cacah Background = $3 \text{ CPJ} = 0,05 \text{ CPM}$

Jadi rata-rata laju cacah Net = $(144,2 - 0,005) \text{ CPM} = 144,15 \text{ CPM}$

Aktivitas standar Am^{241} pada saat waktu dicacah:

Laju cacah Net $\text{Am}^{241} = 144,15 \text{ CPM} / 60 \text{ detik}$

= $2,4025 \text{ CPS}$ (cacah per secon)

Aktivitas standar Am^{241} :

Diameter detektor (D) = 38 mm

Jari-jari detektor (r) = 19 mm

Jarak sampel dengan detektor = 10,6 mm

$$\begin{aligned} \text{Aktivitas} &= \text{Laju cacah} \frac{2\pi \times S^2}{\pi \times r^2} \\ &= 2,4025 \text{ CPS} \frac{2\pi \times (10,6)^2 \text{ mm}}{\pi (19)^2 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\text{Aktivitas } Am^{241} = 1,4955 \text{ dps}$$

Menentukan waktu peluruhan (t) :

Tanggal 07-06-1977 sampai dengan 28-04-2003 maka t tunda adalah 25 tahun 10 bulan 21 hari atau sama dengan 25,8794 tahun.

Menentukan aktivitas standar Am^{241} pada saat dicacah :

$$\begin{aligned} A_t &= A_0 \times e^{-0,693 \frac{t}{T}} \\ &= 15 \text{ dps} \times e^{-0,693 \frac{25,8794}{432,6}} \\ &= 15 \text{ dps} \times e^{-0,0414} \\ &= 15 \text{ dps} \times 0,9594 \\ &= 14,3910 \text{ dps} \end{aligned}$$

Aktivitas standar Am^{241} pada saat dicacah : 14,3910 dps

Menentukan efisiensi pencacahan :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{DPS terukur}}{\text{DPS perhitungan}} \times 100\%$$



$$= \frac{1,4955 \text{ dps}}{14,3910 \text{ dps}} \times 100\%$$

$$= 10,3919 \% \text{ atau } 0,103919$$

PENENTUAN HARGA CHI KUADRAT

Untuk alat cacah alpha harga chi kuadrat (*chi square*) dapat dicari dengan rumus:

$$x^2 = \frac{\sum x^2 - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}{\frac{\sum x^2}{n}}$$

x^2 = Harga Chi Square (**min 3,3 dan max 16.9**) (Suratman, 1997)

$\sum x^2$ = Jumlah dari cacah per menit Am^{241} sebanyak 10 kali

n = Jumlah Pencacahan Am^{241}

Dari data tabel hasil pengukuran standar Am^{241} maka diperoleh hasil chi kuadrat setelah dimasukkan kedalam rumus adalah sebagai berikut :

$$x^2 = \frac{208210 - 20793,64}{20821}$$

$$x^2 = 9,0013$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dinyatakan bahwa alat cacah alpha masih layak digunakan.

Dari data tersebut dan dimasukkan dalam persamaan Chi Square akan diperoleh

$$\text{hasil : } x^2 = \frac{924942146 - 92486689}{92494214,6}$$

$$x^2 = 9,00008$$

Dari hasil itu dapat diketahui bahwa alat cacah betha masih layak untuk digunakan.



LAMPIRAN 3

CONTOH PERHITUNGAN GROSS ALPHA DAN GROSS BETHA

A. PERHITUNGAN GROSS ALPHA

Contoh perhitungan diketahui :

Hasil cacah sampel Gross Alpha sampel sedimen:

$$S4a : 16 \text{ CPJ} = 4,444 \times 10^{-3} \text{ CPS}$$

$$S4b : 16 \text{ CPJ} = 4,444 \times 10^{-3} \text{ CPS}$$

$$\text{Efisiensi Alpha} : 10,3919 \%$$

$$\text{Cacah Background} : 8,333 \times 10^{-4} \text{ CPS}$$

$$\text{Berat} : 1 \text{ gram}$$

$$A_{\alpha} S4a = \frac{CPS_{\alpha} - CPS_{Bg}}{60 \times E_{\alpha} \times L}$$

$$A_{\alpha} S4a = \frac{4,444 \times 10^{-3} - 8,333 \times 10^{-4}}{60 \times 0,103919 \times 1}$$

$$A_{\alpha} S4a = 0,000579 \text{ DPS} \text{ dengan cara sama diperoleh:}$$

$$A_{\alpha} S4b = 0,000579 \text{ DPS}$$

Keterangan :

S4a atau S4b = Kode sampel untuk sedimen dari sungai Suru

CPJ= Cacah Per Jam

CPS= Cacah Per Secon

Dari S4a dan S4b dicari rata-rata dan diperoleh = $0,000579 \pm 0,000000 \text{ DPS}$

Jadi aktivitas gross Alpha adalah : $0,000579 \pm 0,000000 \text{ DPS}$

B. PERHITUNGAN GROSS BETHA

Contoh perhitungan diketahui :

Hasil cacah sampel Gross Betha sampel sedimen :

S4a : 130 CPJ = 0,1083 CPS

S4b : 128 CPJ = 0,1067 CPS

Berat Sampel : 1 gram

Efisiensi Betha : 7 %

Cacah Background : 0,03 CPS

$$A\beta S4a = \frac{CPS\beta - CPS Bg}{60 \times E\beta \times L}$$

$$A\beta S4a = \frac{0,1083 - 0,03}{60 \times 0,07 \times 1}$$

$A\beta S4a = 0,0186DPS$ dengan cara sama diperoleh :

Keterangan :

S4a atau S4b = Kode sampel untuk sedimen dari sungai Suru

CPJ= Cacah Per Jam

CPS= Cacah Per Secon

Dari S4a dan S4b dicari rata-rata dan diperoleh = $0,01845 \pm 0,00021 DPS$

Jadi aktivitas gross Betha adalah : $0,01845 \pm 0,00021 DPS$

ISLAM
LAMPIRAN 4

PETA LOKASI

جامعة الإسلام في اندونيسيا

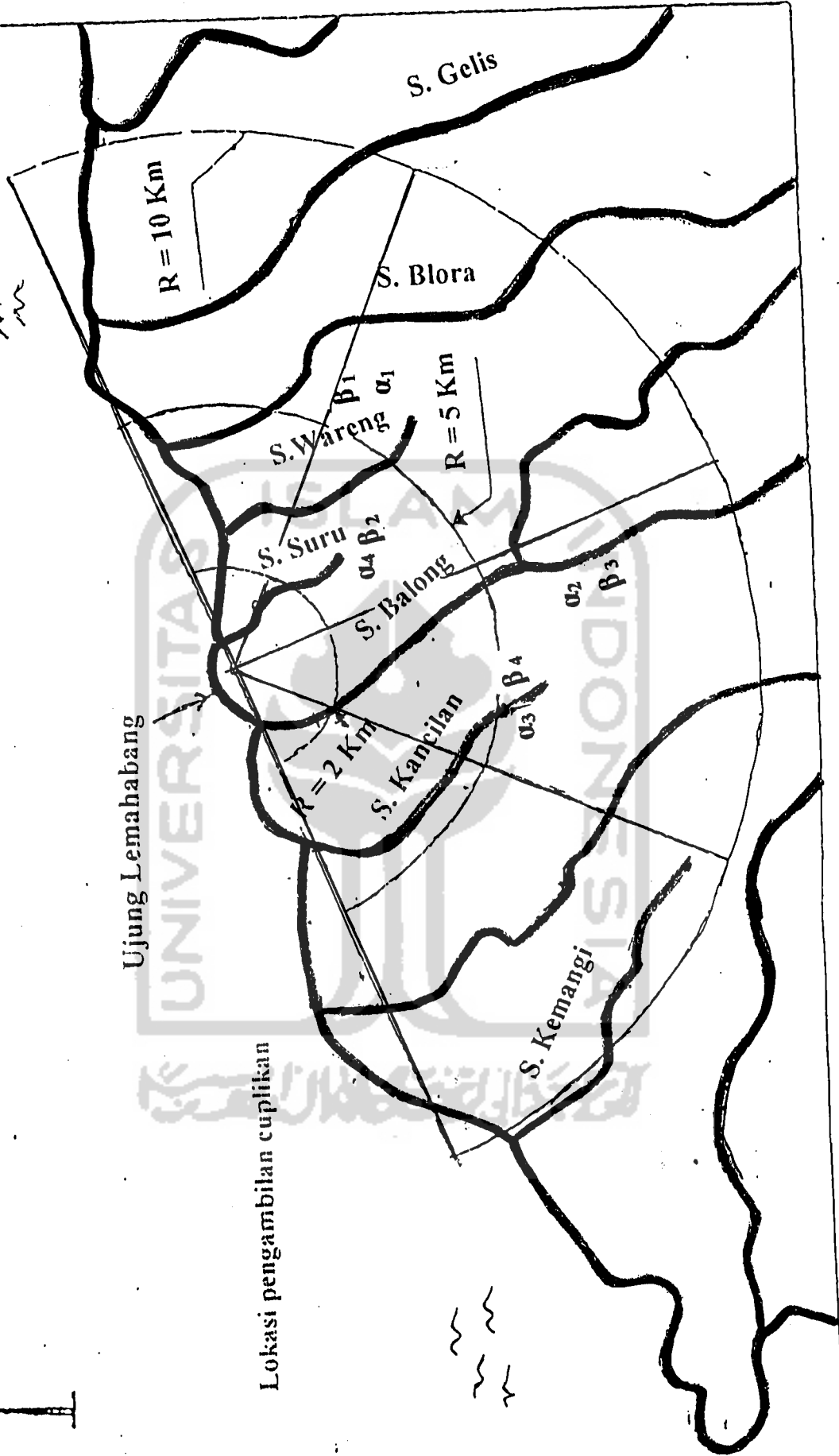
U
4

LAUT JAWA

0 1 2 3 4 5 km

Ujung Lemahabang

Lokasi pengambilan cuplikan



PETA LOKASI PENYEBARAN GROSS α DAN β SAMPEL AIR

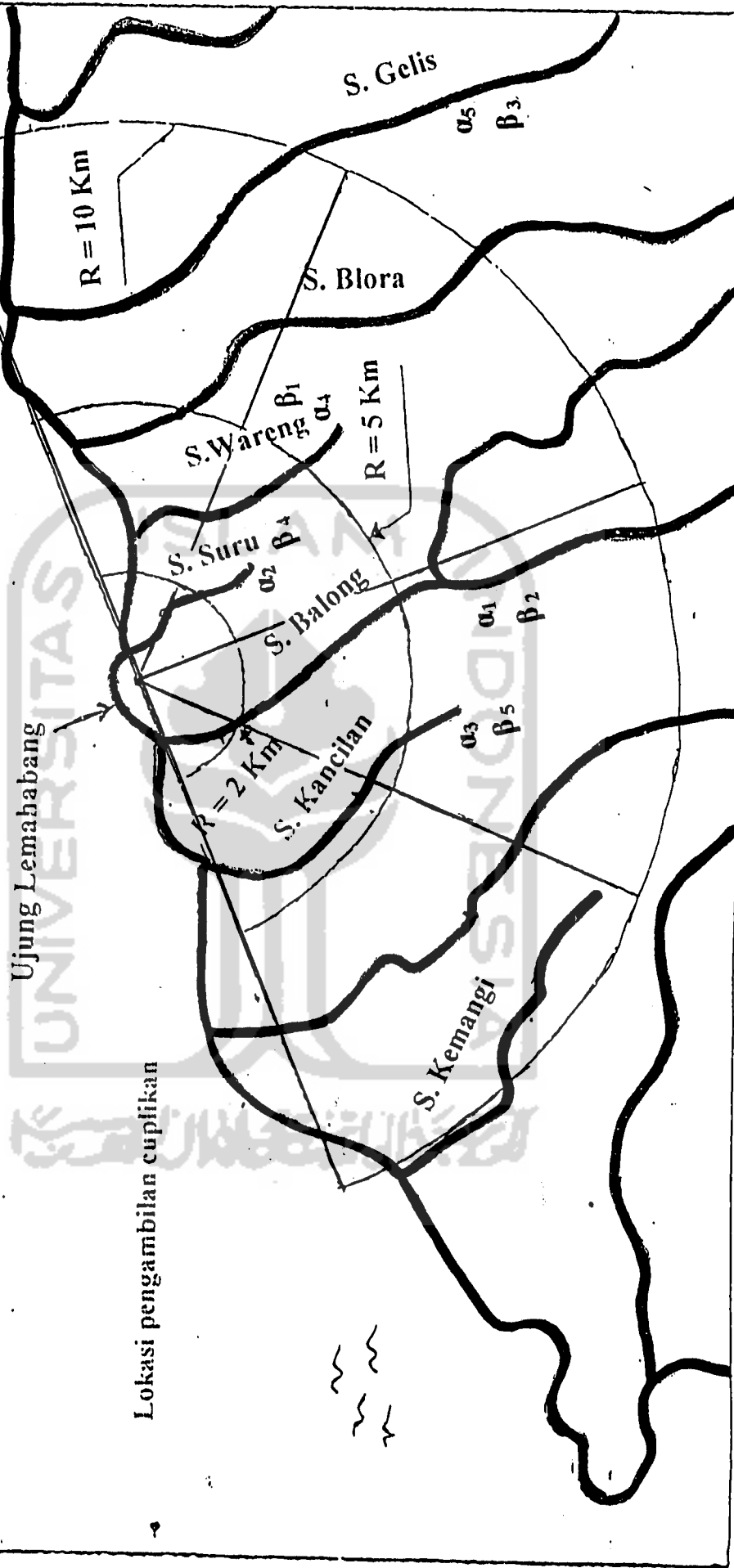
U
4

LAUT JAWA

0 1 2 3 4 5 km

Lokasi pengambilan cuplikan

Ujung Lemahabang



PETA LOKASI PENYEBARAN GROSS α DAN β SAMPEL KANGKUNG

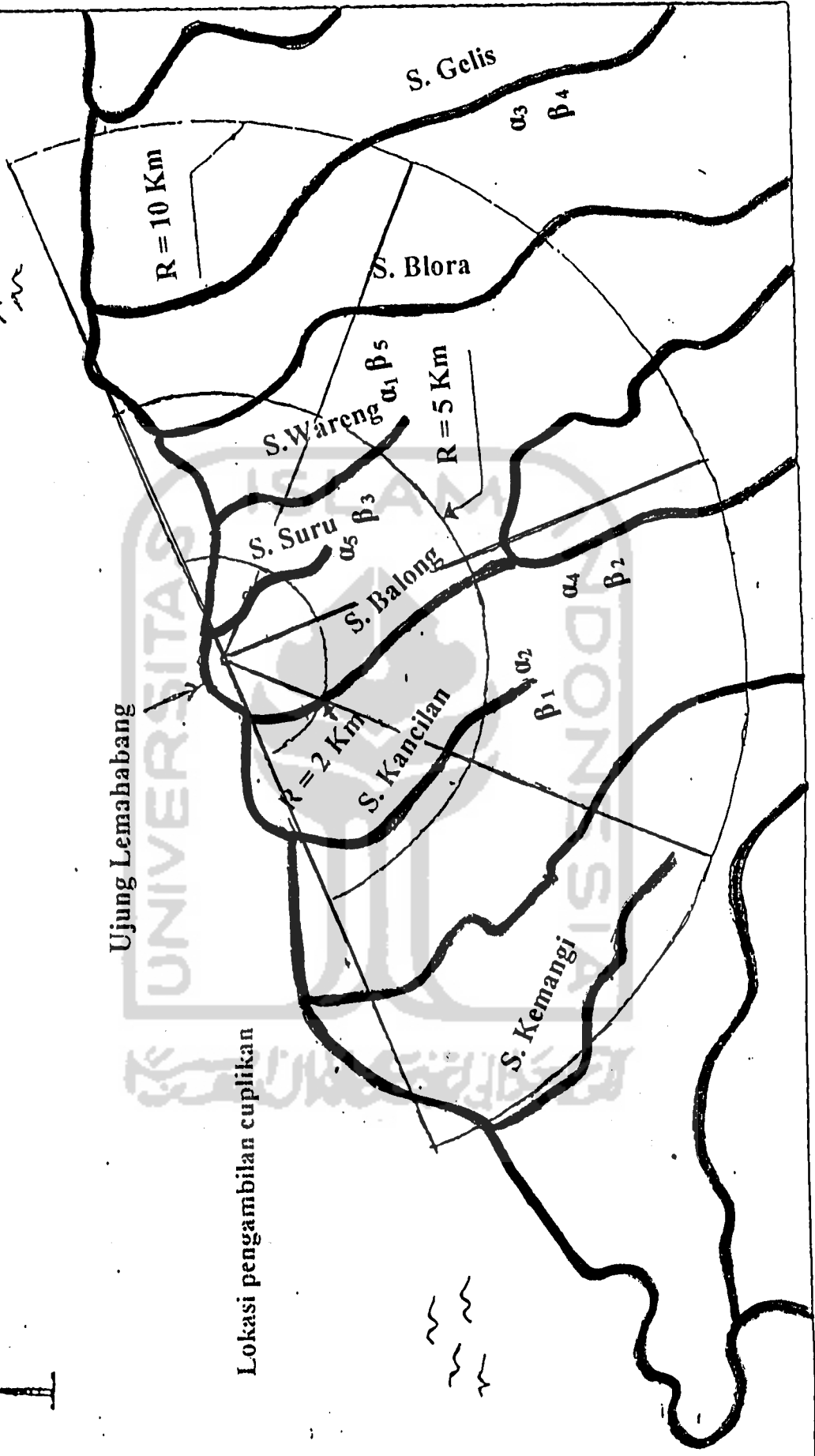
U
4

LAUT JAWA

0 1 2 3 4 5 km

Ujung Lemahabang

Lokasi pengambilan cuplikan



PETA LOKASI PENYEBARAN GROSS α DAN β SAMPEL SEDIMEN

LAMPIRAN 5

PERHITUNGAN PRESISI

Contoh perhitungan Presisi

$$cv \text{ (coefficient of variant)} = (DS/KR) \times 100\%$$

DS = Deviasi standard

KR = Kadar Rerata

$$\text{Presisi} = 100\% - cv$$

Presisi untuk perhitungan aktivitas gross betha sampel air dari sungai Kancilan adalah:

Diket:

$$\text{Deviasi Standar (DS)} : 9,89 \times 10^{-6}$$

$$\text{Kadar Rerata (KR)} : 0,000162$$

Maka dicari dulu CV dengan rumus:

$$cv \text{ (coefficient of variant)} = (DS/KR) \times 100\%$$

$$= \frac{9,89 \times 10^{-6}}{0,000162} \times 100\%$$

$$= 0,611\%$$

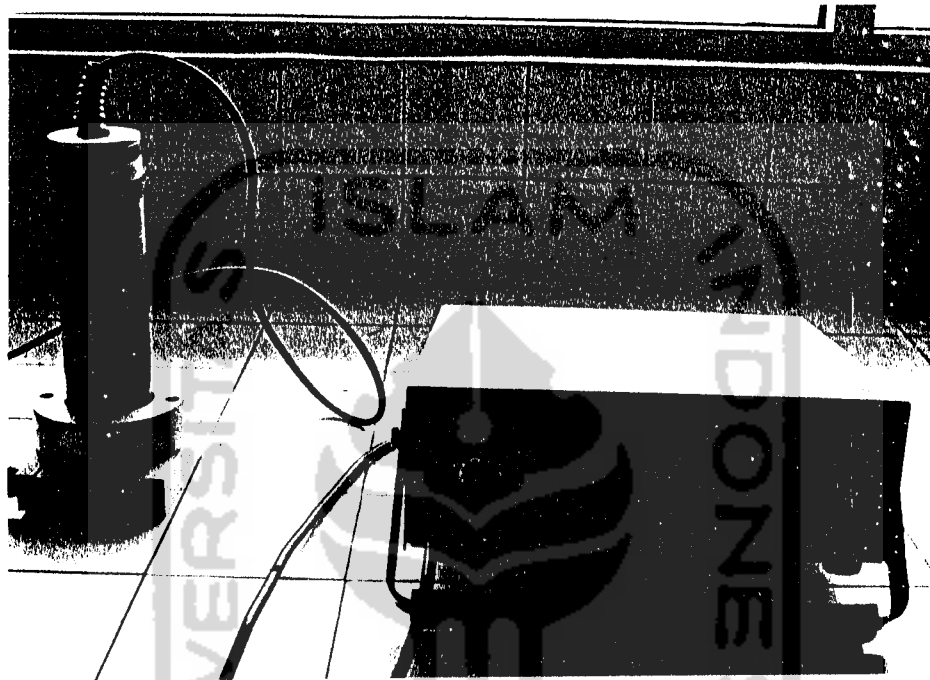
$$\text{Presisi} = 100\% - 0,611\%$$

$$= 99,389\%$$

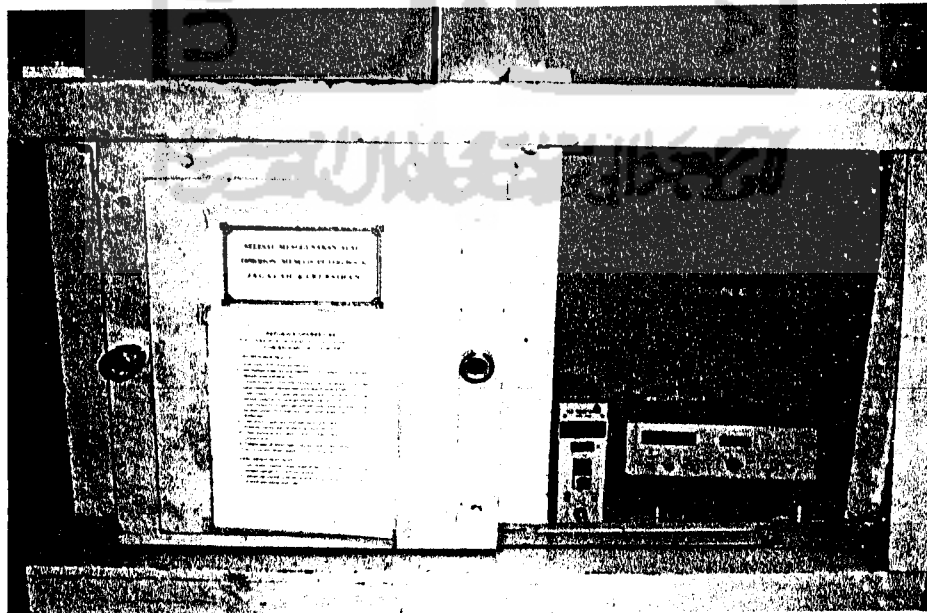
Jadi, dari perhitungan diperoleh tingkat presisi 99,389 % untuk pengukuran aktivitas gross betha sampel air dari sungai Kancilan.

LAMPIRAN 6

PHOTO ALAT



Gambar 7. Alat Cacah Alpha

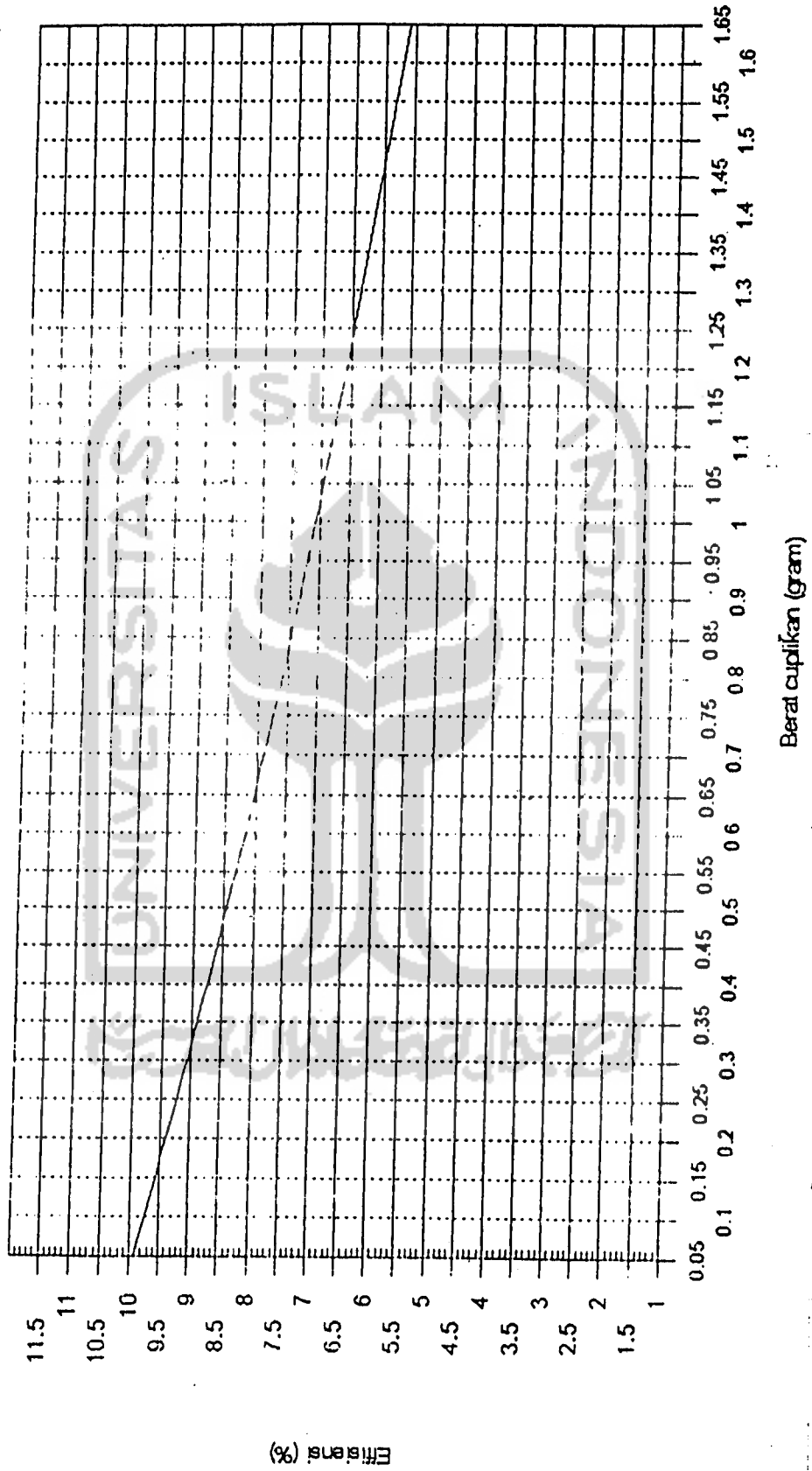


Gambar 8. Alat Cacah Beta

LAMPIRAN 7

Kurve efisiensi LBC

H.v : 1150 volt



Gambar: Grafik efisiensi LBC

LAMPIRAN 8

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

Nomor 20 Tahun 1990

Tanggal 5 juni 1990

1. Daftar Kriteria Kualitas Air Golongan C (untuk perairan)

No	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM	KETERANGAN
FISIKA				
1.	Suhu	°C	Suhu air normal ± 3° °C	
2.	Zat Padat Terlarut	mg/l	1.000	
KIMIA				
a. Kimia Anorganik				
1.	Air Raksa	mg/l	0,002	
2.	Amoniak bebas	mg/l	0,02	
3.	Arsen	mg/l	1,0	
4.	Fluorida	mg/l	1,5	
5.	Kadmium	mg/l	0,01	
6.	Klorin bebas	mg/l	0,003	
7.	Kromium, valensi 6	mg/l	0,05	
8.	Nitrit, sebagai N	mg/l	0,06	
9.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	*	
10.	pH	-	6 - 9	*Disyaratkan lebih dari 3
11.	Selenium	mg/l	0,05	
12.	Seng	mg/l	0,02	
13.	Sianida	mg/l	0,02	
14.	Sulfida, sebagai H ₂ S	mg/l	0,002	
15.	Tembaga	mg/l	0,02	
16.	Timbal	mg/l	0,03	
b. Kimia organik				
1.	BHC	mg/l	0,21	
2.	DDT	mg/l	0,002	
3.	Endrine	mg/l	0,004	
4.	Fenol	mg/l	0,001	
5.	Minyak dan lemak	mg/l	1	
6.	Organofosfat dan Carbamate	mg/l	0,2	
RADIOAKTIVITAS				
1.	Aktifitas Alpha (<i>Gross Alpha Activity</i>)	Bq/l	0,1	
2.	Aktifitas Beta (<i>Gross Beta Activity</i>)	Bq/l	1,0	

Keterangan :

- = Tidak dipersyaratkan

mg = miligram

ml = mililiter

L = liter

Bq = Bequerel

Logam berat merupakan logam terlarut

LAMPIRAN 9



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran I

KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN RI

Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002

Tanggal : 29 Juli 2002

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

3. RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Gross alpha activity	(Bq/liter)	0,1	
Gross beta activity	(Bq/liter)	1	

4. FISIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
<i>Parameter Fisik</i>			
Warna	TCU	15	tidak berbau dan berasa
Rasa dan bau	-	-	
Temperatur	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
Kekeruhan	NTU	5	

MENTERI KESEHATAN RI,
td.

Dr. ACHMAD SUJUDI

LAMPIRAN 10
UJI Anova Oneway

1. Gross Alpha Sampel Air

Test of Homogeneity of Variances^a

- a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups.

ANOVA

DPS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.481E-06	3	1.494E-06	40.452	.002
Within Groups	1.477E-07	4	3.692E-08		
Total	4.628E-06	7			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	-1.410E-03*	1.92E-04	.006	-2.1927E-03	-6.2831E-04
		Balong	-1.217E-03*	1.92E-04	.011	-1.9987E-03	-4.3431E-04
		Suru	3.195E-04	1.92E-04	.443	-4.6269E-04	1.1017E-03
	Wareng	Kancilan	1.410E-03*	1.92E-04	.006	6.2831E-04	2.1927E-03
		Balong	1.940E-04	1.92E-04	.754	-5.8819E-04	9.7619E-04
		Suru	1.730E-03*	1.92E-04	.003	9.4781E-04	2.5122E-03
	Balong	Kancilan	1.217E-03*	1.92E-04	.011	4.3431E-04	1.9987E-03
		Wareng	-1.940E-04	1.92E-04	.754	-9.7619E-04	5.8819E-04
		Suru	1.536E-03*	1.92E-04	.005	7.5381E-04	2.3182E-03
	Suru	Kancilan	-3.195E-04	1.92E-04	.443	-1.1017E-03	4.6269E-04
		Wareng	-1.730E-03*	1.92E-04	.003	-2.5122E-03	-9.4781E-04
		Balong	-1.536E-03*	1.92E-04	.005	-2.3182E-03	-7.5381E-04
Bonferroni	Kancilan	Wareng	-1.410E-03*	1.92E-04	.011	-2.3426E-03	-4.7839E-04
		Balong	-1.217E-03*	1.92E-04	.019	-2.1486E-03	-2.8439E-04
		Suru	3.195E-04	1.92E-04	1.000	-6.1261E-04	1.2516E-03
	Wareng	Kancilan	1.410E-03*	1.92E-04	.011	4.7839E-04	2.3426E-03
		Balong	1.940E-04	1.92E-04	1.000	-7.3811E-04	1.1261E-03
		Suru	1.730E-03*	1.92E-04	.005	7.9789E-04	2.6621E-03
	Balong	Kancilan	1.217E-03*	1.92E-04	.019	2.8439E-04	2.1486E-03
		Wareng	-1.940E-04	1.92E-04	1.000	-1.1261E-03	7.3811E-04
		Suru	1.536E-03*	1.92E-04	.008	6.0389E-04	2.4681E-03
	Suru	Kancilan	-3.195E-04	1.92E-04	1.000	-1.2516E-03	6.1261E-04
		Wareng	-1.730E-03*	1.92E-04	.005	-2.6621E-03	-7.9789E-04
		Balong	-1.536E-03*	1.92E-04	.008	-2.4681E-03	-6.0389E-04

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

DPS

		N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey HSD ^a	SURGAI			
	Suru	2	.00000000	
	Kancilan	2	3.20E-04	
	Balong	2		1.54E-03
	Wareng	2		1.73E-03
Sig.			.443	.754

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.



2. Gross Beta Sampel Air

Test of Homogeneity of Variances

- a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups.

ANOVA

DPS					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.938E-07	3	6.460E-08	369.925	.000
Within Groups	6.985E-10	4	1.746E-10		
Total	1.945E-07	7			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	-3.855E-04*	1.32E-05	.000	-4.3929E-04	-3.3171E-04
		Balong	-9.000E-06	1.32E-05	.899	-6.2794E-05	4.4794E-05
		Suru	-1.420E-04*	1.32E-05	.001	-1.9579E-04	-8.8206E-05
	Wareng	Kancilan	3.855E-04*	1.32E-05	.000	3.3171E-04	4.3929E-04
		Balong	3.765E-04*	1.32E-05	.000	3.2271E-04	4.3029E-04
		Suru	2.435E-04*	1.32E-05	.000	1.8971E-04	2.9729E-04
	Balong	Kancilan	9.000E-06	1.32E-05	.899	-4.4794E-05	6.2794E-05
		Wareng	-3.765E-04*	1.32E-05	.000	-4.3029E-04	-3.2271E-04
		Suru	-1.330E-04*	1.32E-05	.002	-1.8679E-04	-7.9206E-05
	Suru	Kancilan	1.420E-04*	1.32E-05	.001	8.8206E-05	1.9579E-04
		Wareng	-2.435E-04*	1.32E-05	.000	-2.9729E-04	-1.8971E-04
		Balong	1.330E-04*	1.32E-05	.002	7.9206E-05	1.8679E-04
Bonferroni	Kancilan	Wareng	-3.855E-04*	1.32E-05	.000	-4.4960E-04	-3.2140E-04
		Balong	-9.000E-06	1.32E-05	1.000	-7.3104E-05	5.5104E-05
		Suru	-1.420E-04*	1.32E-05	.003	-2.0610E-04	-7.7896E-05
	Wareng	Kancilan	3.855E-04*	1.32E-05	.000	3.2140E-04	4.4960E-04
		Balong	3.765E-04*	1.32E-05	.000	3.1240E-04	4.4060E-04
		Suru	2.435E-04*	1.32E-05	.000	1.7940E-04	3.0760E-04
	Balong	Kancilan	9.000E-06	1.32E-05	1.000	-5.5104E-05	7.3104E-05
		Wareng	-3.765E-04*	1.32E-05	.000	-4.4060E-04	-3.1240E-04
		Suru	-1.330E-04*	1.32E-05	.003	-1.9710E-04	-6.8896E-05
	Suru	Kancilan	1.420E-04*	1.32E-05	.003	7.7896E-05	2.0610E-04
		Wareng	-2.435E-04*	1.32E-05	.000	-3.0760E-04	-1.7940E-04
		Balong	1.330E-04*	1.32E-05	.003	6.8896E-05	1.9710E-04

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

DPS

SUNGAI		N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	Kancilan	2	1.62E-04		
	Balong	2	1.71E-04		
	Suru	2		3.04E-04	
	Wareng	2			5.48E-04
	Sig.		.899	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

3. Gross Alpha Sampel Kangkung

Test of Homogeneity of Variances^a

- a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups.

ANOVA

DPS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.019E-07	4	1.255E-07	11.684	.009
Within Groups	5.369E-08	5	1.074E-08		
Total	5.555E-07	9			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	3.765E-04	1.04E-04	.072	-3.9190E-05	7.9219E-04
		Balong	5.105E-04*	1.04E-04	.022	9.4810E-05	9.2619E-04
		Suru	6.660E-04*	1.04E-04	.007	2.5031E-04	1.0817E-03
		Gelis	4.880E-04*	1.04E-04	.027	7.2310E-05	9.0369E-04
	Wareng	Kancilan	-3.765E-04	1.04E-04	.072	-7.9219E-04	3.9190E-05
		Balong	1.340E-04	1.04E-04	.707	-2.8169E-04	5.4969E-04
		Suru	2.895E-04	1.04E-04	.168	-1.2619E-04	7.0519E-04
		Gelis	1.115E-04	1.04E-04	.812	-3.0419E-04	5.2719E-04
	Balong	Kancilan	-5.105E-04*	1.04E-04	.022	-9.2619E-04	-9.4810E-05
		Wareng	-1.340E-04	1.04E-04	.707	-5.4969E-04	2.8169E-04
		Suru	1.555E-04	1.04E-04	.602	-2.6019E-04	5.7119E-04
		Gelis	-2.250E-05	1.04E-04	.999	-4.3819E-04	3.9319E-04
	Suru	Kancilan	-6.660E-04*	1.04E-04	.007	-1.0817E-03	-2.5031E-04
		Wareng	-2.895E-04	1.04E-04	.168	-7.0519E-04	1.2619E-04
		Balong	-1.555E-04	1.04E-04	.602	-5.7119E-04	2.6019E-04
		Gelis	-1.780E-04	1.04E-04	.498	-5.9369E-04	2.3769E-04
	Gelis	Kancilan	-4.880E-04*	1.04E-04	.027	-9.0369E-04	-7.2310E-05
		Wareng	-1.115E-04	1.04E-04	.812	-5.2719E-04	3.0419E-04
		Balong	2.250E-05	1.04E-04	.999	-3.9319E-04	4.3819E-04
		Suru	1.780E-04	1.04E-04	.498	-2.3769E-04	5.9369E-04
Bonferroni	Kancilan	Wareng	3.765E-04	1.04E-04	.150	-1.1813E-04	8.7113E-04
		Balong	5.105E-04*	1.04E-04	.044	1.5870E-05	1.0051E-03
		Suru	6.660E-04*	1.04E-04	.014	1.7137E-04	1.1606E-03
		Gelis	4.880E-04	1.04E-04	.053	-6.6296E-06	9.8263E-04
	Wareng	Kancilan	-3.765E-04	1.04E-04	.150	-8.7113E-04	1.1813E-04
		Balong	1.340E-04	1.04E-04	1.000	-3.6063E-04	6.2863E-04
		Suru	2.895E-04	1.04E-04	.383	-2.0513E-04	7.8413E-04
		Gelis	1.115E-04	1.04E-04	1.000	-3.8313E-04	6.0613E-04
	Balong	Kancilan	-5.105E-04*	1.04E-04	.044	-1.0051E-03	-1.5870E-05
		Wareng	-1.340E-04	1.04E-04	1.000	-6.2863E-04	3.6063E-04
		Suru	1.555E-04	1.04E-04	1.000	-3.3913E-04	6.5013E-04
		Gelis	-2.250E-05	1.04E-04	1.000	-5.1713E-04	4.7213E-04
	Suru	Kancilan	-6.660E-04*	1.04E-04	.014	-1.1606E-03	-1.7137E-04
		Wareng	-2.895E-04	1.04E-04	.383	-7.8413E-04	2.0513E-04
		Balong	-1.555E-04	1.04E-04	1.000	-6.5013E-04	3.3913E-04
		Gelis	-1.780E-04	1.04E-04	1.000	-6.7263E-04	3.1663E-04
	Gelis	Kancilan	-4.880E-04	1.04E-04	.053	-9.8263E-04	6.6296E-06
		Wareng	-1.115E-04	1.04E-04	1.000	-6.0613E-04	3.8313E-04
		Balong	2.250E-05	1.04E-04	1.000	-4.7213E-04	5.1713E-04
		Suru	1.780E-04	1.04E-04	1.000	-3.1663E-04	6.7263E-04

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

DPS

		N	Subset for alpha = .05	
SUNGAI			1	2
Tukey HSD ^a	Suru	2	2.45E-04	
	Balong	2	4.01E-04	
	Gelis	2	4.23E-04	
	Wareng	2	5.35E-04	5.35E-04
	Kancilan	2		9.11E-04
	Sig.			.168

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

4. Gross Beta Sampel Kangkung

Test of Homogeneity of Variances

- a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups.

ANOVA

DPS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.743E-05	4	1.686E-05	16.239	.005
Within Groups	5.190E-06	5	1.038E-06		
Total	7.262E-05	9			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	-7.300E-03*	1.02E-03	.004	-1.1387E-02	-3.2129E-03
		Balong	-6.750E-03*	1.02E-03	.006	-1.0837E-02	-2.6629E-03
		Suru	-5.400E-03*	1.02E-03	.016	-9.4871E-03	-1.3129E-03
		Gelis	-5.450E-03*	1.02E-03	.016	-9.5371E-03	-1.3629E-03
	Wareng	Kancilan	7.300E-03*	1.02E-03	.004	3.21295E-03	1.13871E-02
		Balong	5.500E-04	1.02E-03	.979	-3.5371E-03	4.63705E-03
		Suru	1.900E-03	1.02E-03	.434	-2.1871E-03	5.98705E-03
		Gelis	1.850E-03	1.02E-03	.454	-2.2371E-03	5.93705E-03
	Balong	Kancilan	6.750E-03*	1.02E-03	.006	2.66295E-03	1.08371E-02
		Wareng	-5.500E-04	1.02E-03	.979	-4.6371E-03	3.53705E-03
		Suru	1.350E-03	1.02E-03	.691	-2.7371E-03	5.43705E-03
		Gelis	1.300E-03	1.02E-03	.716	-2.7871E-03	5.38705E-03
	Suru	Kancilan	5.400E-03*	1.02E-03	.016	1.31295E-03	9.48705E-03
		Wareng	-1.900E-03	1.02E-03	.434	-5.9871E-03	2.18705E-03
		Balong	-1.350E-03	1.02E-03	.691	-5.4371E-03	2.73705E-03
		Gelis	-5.000E-05	1.02E-03	1.000	-4.1371E-03	4.03705E-03
	Gelis	Kancilan	5.450E-03*	1.02E-03	.016	1.36295E-03	9.53705E-03
		Wareng	-1.850E-03	1.02E-03	.454	-5.9371E-03	2.23705E-03
		Balong	-1.300E-03	1.02E-03	.716	-5.3871E-03	2.78705E-03
		Suru	5.000E-05	1.02E-03	1.000	-4.0371E-03	4.13705E-03
Bonferroni	Kancilan	Wareng	-7.300E-03*	1.02E-03	.008	-1.2163E-02	-2.4368E-03
		Balong	-6.750E-03*	1.02E-03	.012	-1.1613E-02	-1.8868E-03
		Suru	-5.400E-03*	1.02E-03	.032	-1.0263E-02	-5.3681E-04
		Gelis	-5.450E-03*	1.02E-03	.031	-1.0313E-02	-5.8681E-04
	Wareng	Kancilan	7.300E-03*	1.02E-03	.008	2.43681E-03	1.21632E-02
		Balong	5.500E-04	1.02E-03	1.000	-4.3132E-03	5.41319E-03
		Suru	1.900E-03	1.02E-03	1.000	-2.9632E-03	6.76319E-03
		Gelis	1.850E-03	1.02E-03	1.000	-3.0132E-03	6.71319E-03
	Balong	Kancilan	6.750E-03*	1.02E-03	.012	1.88681E-03	1.16132E-02
		Wareng	-5.500E-04	1.02E-03	1.000	-5.4132E-03	4.31319E-03
		Suru	1.350E-03	1.02E-03	1.000	-3.5132E-03	6.21319E-03
		Gelis	1.300E-03	1.02E-03	1.000	-3.5632E-03	6.16319E-03
	Suru	Kancilan	5.400E-03*	1.02E-03	.032	5.36812E-04	1.02632E-02
		Wareng	-1.900E-03	1.02E-03	1.000	-6.7632E-03	2.96319E-03
		Balong	-1.350E-03	1.02E-03	1.000	-6.2132E-03	3.51319E-03
		Gelis	-5.000E-05	1.02E-03	1.000	-4.9132E-03	4.81319E-03
	Gelis	Kancilan	5.450E-03*	1.02E-03	.031	5.86812E-04	1.03132E-02
		Wareng	-1.850E-03	1.02E-03	1.000	-6.7132E-03	3.01319E-03
		Balong	-1.300E-03	1.02E-03	1.000	-6.1632E-03	3.56319E-03
		Suru	5.000E-05	1.02E-03	1.000	-4.8132E-03	4.91319E-03

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

DPS

		N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey HSD	SUNGAI			
	Kancilan	2	1.46E-02	
	Suru	2		2.00E-02
	Gelis	2		2.00E-02
	Balong	2		2.14E-02
	Wareng	2		2.19E-02
	Sig.		1.000	.434

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

5. Gross Alpha Sampel Sedimen

Test of Homogeneity of Variances:

- a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups

ANOVA

DPS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.867E-07	4	9.667E-08	3.231	.115
Within Groups	.496E-07	5	2.992E-08		
Total	.363E-07	9			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	-2.675E-04	1.73E-04	.580	-9.6137E-04	4.2637E-04
		Balong	6.650E-05	1.73E-04	.994	-6.2737E-04	7.6037E-04
		Suru	3.496E-04	1.73E-04	.372	-3.4432E-04	1.0434E-03
		Gelis	6.650E-05	1.73E-04	.994	-6.2737E-04	7.6037E-04
	Wareng	Kancilan	2.675E-04	1.73E-04	.580	-4.2637E-04	9.6137E-04
		Balong	3.340E-04	1.73E-04	.407	-3.5987E-04	1.0279E-03
		Suru	6.171E-04	1.73E-04	.076	-7.6820E-05	1.3109E-03
		Gelis	3.340E-04	1.73E-04	.407	-3.5987E-04	1.0279E-03
	Balong	Kancilan	-6.650E-05	1.73E-04	.994	-7.6037E-04	6.2737E-04
		Wareng	-3.340E-04	1.73E-04	.407	-1.0279E-03	3.5987E-04
		Suru	2.831E-04	1.73E-04	.536	-4.1082E-04	9.7692E-04
		Gelis	.00000000	1.73E-04	1.000	-6.9387E-04	6.9387E-04
	Suru	Kancilan	-3.496E-04	1.73E-04	.372	-1.0434E-03	3.4432E-04
		Wareng	-6.171E-04	1.73E-04	.076	-1.3109E-03	7.6820E-05
		Balong	-2.831E-04	1.73E-04	.536	-9.7692E-04	4.1082E-04
		Gelis	-2.831E-04	1.73E-04	.536	-9.7692E-04	4.1082E-04
	Gelis	Kancilan	-6.650E-05	1.73E-04	.994	-7.6037E-04	6.2737E-04
		Wareng	-3.340E-04	1.73E-04	.407	-1.0279E-03	3.5987E-04
		Balong	.00000000	1.73E-04	1.000	-6.9387E-04	6.9387E-04
		Suru	2.831E-04	1.73E-04	.536	-4.1082E-04	9.7692E-04
Bonferroni	Kancilan	Wareng	-2.675E-04	1.73E-04	1.000	-1.0931E-03	5.5814E-04
		Balong	6.650E-05	1.73E-04	1.000	-7.5914E-04	8.9214E-04
		Suru	3.496E-04	1.73E-04	.993	-4.7609E-04	1.1752E-03
		Gelis	6.650E-05	1.73E-04	1.000	-7.5914E-04	8.9214E-04
	Wareng	Kancilan	2.675E-04	1.73E-04	1.000	-5.5814E-04	1.0931E-03
		Balong	3.340E-04	1.73E-04	1.000	-4.9164E-04	1.1596E-03
		Suru	6.171E-04	1.73E-04	.161	-2.0859E-04	1.4427E-03
		Gelis	3.340E-04	1.73E-04	1.000	-4.9164E-04	1.1596E-03
	Balong	Kancilan	-6.650E-05	1.73E-04	1.000	-8.9214E-04	7.5914E-04
		Wareng	-3.340E-04	1.73E-04	1.000	-1.1596E-03	4.9164E-04
		Suru	2.831E-04	1.73E-04	1.000	-5.4259E-04	1.1087E-03
		Gelis	.00000000	1.73E-04	1.000	-8.2564E-04	8.2564E-04
	Suru	Kancilan	-3.496E-04	1.73E-04	.993	-1.1752E-03	4.7609E-04
		Wareng	-6.171E-04	1.73E-04	.161	-1.4427E-03	2.0859E-04
		Balong	-2.831E-04	1.73E-04	1.000	-1.1087E-03	5.4259E-04
		Gelis	-2.831E-04	1.73E-04	1.000	-1.1087E-03	5.4259E-04
	Gelis	Kancilan	-6.650E-05	1.73E-04	1.000	-8.9214E-04	7.5914E-04
		Wareng	-3.340E-04	1.73E-04	1.000	-1.1596E-03	4.9164E-04
		Balong	.00000000	1.73E-04	1.000	-8.2564E-04	8.2564E-04
		Suru	2.831E-04	1.73E-04	1.000	-5.4259E-04	1.1087E-03

Homogeneous Subsets

DPS

		N	Subset for alpha = .05
SUNGAI			1
Tukey HSD ^a	Suru	2	3.18E-04
	Balong	2	6.02E-04
	Gelis	2	6.02E-04
	Kancilan	2	6.68E-04
	Wareng	2	9.35E-04
	Sig.		.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Oneway

Test of Homogeneity of Variances^a

a. Test of homogeneity of variances cannot be performed for DPS because the sum of caseweights is less than the number of groups.

ANOVA

DPS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.493E-05	4	6.232E-06	2.607	.161
Within Groups	1.196E-05	5	2.391E-06		
Total	3.688E-05	9			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DPS

	(I) SUNGAI	(J) SUNGAI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kancilan	Wareng	4.750E-03	1.55E-03	.126	-1.4530E-03	1.09530E-02
		Balong	1.300E-03	1.55E-03	.907	-4.9030E-03	7.50300E-03
		Suru	2.550E-03	1.55E-03	.530	-3.6530E-03	8.75300E-03
		Gelis	2.650E-03	1.55E-03	.500	-3.5530E-03	8.85300E-03
	Wareng	Kancilan	-4.750E-03	1.55E-03	.126	-1.0953E-02	1.45300E-03
		Balong	-3.450E-03	1.55E-03	.301	-9.6530E-03	2.75300E-03
		Suru	-2.200E-03	1.55E-03	.641	-8.4030E-03	4.00300E-03
		Gelis	-2.100E-03	1.55E-03	.674	-8.3030E-03	4.10300E-03
	Balong	Kancilan	-1.300E-03	1.55E-03	.907	-7.5030E-03	4.90300E-03
		Wareng	3.450E-03	1.55E-03	.301	-2.7530E-03	9.65300E-03
		Suru	1.250E-03	1.55E-03	.917	-4.9530E-03	7.45300E-03
		Gelis	1.350E-03	1.55E-03	.896	-4.8530E-03	7.55300E-03
	Suru	Kancilan	-2.550E-03	1.55E-03	.530	-8.7530E-03	3.65300E-03
		Wareng	2.200E-03	1.55E-03	.641	-4.0030E-03	8.40300E-03
		Balong	-1.250E-03	1.55E-03	.917	-7.4530E-03	4.95300E-03
		Gelis	1.000E-04	1.55E-03	1.000	-6.1030E-03	6.30300E-03
Gelis	Kancilan	-2.650E-03	1.55E-03	.500	-8.8530E-03	3.55300E-03	
	Wareng	2.100E-03	1.55E-03	.674	-4.1030E-03	8.30300E-03	
	Balong	-1.350E-03	1.55E-03	.896	-7.5530E-03	4.85300E-03	
	Suru	-1.000E-04	1.55E-03	1.000	-6.3030E-03	6.10300E-03	
Bonferroni	Kancilan	Wareng	4.750E-03	1.55E-03	.277	-2.6309E-03	1.21309E-02
		Balong	1.300E-03	1.55E-03	1.000	-6.0809E-03	8.68095E-03
		Suru	2.550E-03	1.55E-03	1.000	-4.8309E-03	9.93095E-03
		Gelis	2.650E-03	1.55E-03	1.000	-4.7309E-03	1.00309E-02
	Wareng	Kancilan	-4.750E-03	1.55E-03	.277	-1.2131E-02	2.63095E-03
		Balong	-3.450E-03	1.55E-03	.761	-1.0831E-02	3.93095E-03
		Suru	-2.200E-03	1.55E-03	1.000	-9.5809E-03	5.18095E-03
		Gelis	-2.100E-03	1.55E-03	1.000	-9.4809E-03	5.28095E-03
	Balong	Kancilan	-1.300E-03	1.55E-03	1.000	-8.6809E-03	6.08095E-03
		Wareng	3.450E-03	1.55E-03	.761	-3.9309E-03	1.08309E-02
		Suru	1.250E-03	1.55E-03	1.000	-6.1309E-03	8.63095E-03
		Gelis	1.350E-03	1.55E-03	1.000	-6.0309E-03	8.73095E-03
	Suru	Kancilan	-2.550E-03	1.55E-03	1.000	-9.9309E-03	4.83095E-03
		Wareng	2.200E-03	1.55E-03	1.000	-5.1809E-03	9.58095E-03
		Balong	-1.250E-03	1.55E-03	1.000	-8.6309E-03	6.13095E-03
		Gelis	1.000E-04	1.55E-03	1.000	-7.2809E-03	7.48095E-03
Gelis	Kancilan	-2.650E-03	1.55E-03	1.000	-1.0031E-02	4.73095E-03	
	Wareng	2.100E-03	1.55E-03	1.000	-5.2809E-03	9.48095E-03	
	Balong	-1.350E-03	1.55E-03	1.000	-8.7309E-03	6.03095E-03	
	Suru	-1.000E-04	1.55E-03	1.000	-7.4809E-03	7.28095E-03	

Homogeneous Subsets

DPS

		N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD ^a	SUNGAI		
	Wareng	2	1.63E-02
	Gelis	2	1.83E-02
	Suru	2	1.85E-02
	Balong	2	1.97E-02
	Kancilan	2	2.10E-02
Sig.			.126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

