

ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)



**IBNU ASHARI
H031181326**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C PADA AIR MINUM DALAM
KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)**

**IBNU ASHARI
H031181326**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C PADA AIR MINUM DALAM
KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)**

IBNU ASHARI
H031181326

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kimia

Pada

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C PADA AIR MINUM DALAM
KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)**

IBNU ASHARI
H031181326

Skripsi

Telah dipertahankan di depan Ujian Serjana Sains pada tanggal 20 November
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

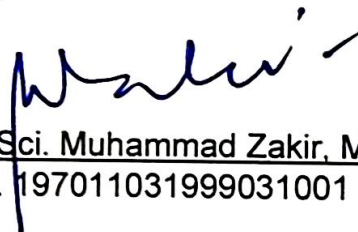
Program Studi Kimia
Departemen Kimia
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,



Dr. Maming, M.Si
NIP. 1963312311989031031



Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si
NIP. 197011031999031001



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C DALAM AIR MINUM KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)**" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Maming, M.Si sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 20 November 2024



...u Ashari
H031181326

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam kita kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Alhamdulillah, penulis dapat dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C DALAM AIR MINUM KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)**". Sebagai salah satu syarat mendapatkan gelas sarjana sains Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terimakasih dan penghargaan sebesar besarnya kepada Bapak **Dr. Maming, M.Si** sebagai pembimbing utama dan Bapak **Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si** sebagai pembimbing pertama. Serta kepada Bapak **Prof. Dr. Ahmad Akhyar, M.Si** dan Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si** selaku tim dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada ketua Departemen Kimia, Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan sekretaris Departemen Kimia, Ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si.**, serta seluruh dosen Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin yang telah membagi ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan. Para staf dan seluruh analis Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, terkhusus Kak Tenri sebagai analis laboratorium kimia radiasi atas kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium Kimia Radiasi. Kedua orang tua, **Bapak Umar** dan **Ibu Hasnawati beserta keluarga besar lainnya** yang selalu memberikan doa yang tidak pernah putus, motivasi, kasih sayang, dan telah membantu baik secara moril, maupun materil dalam perjalanan penulis sampai titik ini. Para kakanda dan adinda di **KMF MIPA UNHAS** dan **KMK FMIPA UNHAS** khususnya teman-teman **Kimia 2018** dan **Hibridisasi 2018 (Candra, Lala, Sulfa, Feni, Anti, Esri, Viny, dan lainnya)** atas kebersamaannya selama di kampus. Teman teman seperjuangan di grup "**Remaja Masjid**" (**Ketapang, Arif, Gaharu, Fajri, Habibi, febrian, ciga, pari dan kecipir**) yang menjadi teman mabar di waktu luang pengerjaan skripsi. Saudari **Andi Alfatyah** yang memberi dukungan dan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi ini. Kepada semua pihak yang mengenal penulis yang tidak sempat disebutkan namanya satu persatu. Terimakasih sebanyak-banyaknya telah ada dalam proses yang dilalui penulis.

Penulis sadar bahwa skripsi ini tidak sempurna dan banyak kekurangan baik materi maupun teknik penulisannya, karena kesempurnaan yang sejati hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya khususnya bidang Kimia Radiasi.

Penulis,

Ibnu Ashari

ABSTRAK

IBNU ASHARI. **ANALISIS TINGKAT RADIONUKLIDA ^{14}C DALAM AIR MINUM KEMASAN DI KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)** (dibimbing oleh Dr. Maming, M. Si dan Dr. Sci. Muhammad Zakir, Msi)

Latar Belakang. Air minum adalah semua air baik yang masih bersifat alami, maupun yang telah mengalami proses tertentu, misalnya desalinasi pada air laut dan memenuhi standar air minum yang telah ditetapkan. Standar air minum dibedakan menjadi air minum biasa, air mineral (mineral water), air mineral alami dan air minum dalam kemasan. Kandungan radionuklida alam di dalam air harus diperhatikan. Persyaratan kandungan unsur radioaktif, air minum tidak boleh melebihi Baku Tingkat Radioaktivitas, yaitu nilai batas yang dinyatakan dalam Kadar Tertinggi yang Diizinkan (KTD) atau batas kadar radionuklida yang diperbolehkan terdapat di lingkungan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas ^{14}C pada air minum dalam kemasan yang beredar di Kota Makassar. **Metode.** Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yakni: 1) pencacahan sampel air menggunakan LSC (*Liquid Scintillation Counter*); dan 2) penentuan aktivitas ^{14}C . **Hasil.** Nilai aktivitas ^{14}C pada sampel air minum dalam kemasan yang beredar di kota makassar rata-rata memiliki nilai aktivitas ^{14}C di bawah nilai maksimum yaitu dibawah 1 Bq/L seperti pada sampel A sebesar 0,357 Bq/ L, sampel B 0,655 Bq/L, sampel C 0,655 Bq/L, sampel D 0,536 Bq/l, sampel E 0,714 Bq/L, sampel F 0,804 Bq/L, sampel G 0,268 Bq/L, dan sampel I 0,655 Bq/L. sedangkan sampel H memiliki nilai aktivitas ^{14}C diatas nilai maksimum yang diizinkan yaitu memiliki nilai 1,071 Bq/L. **Kesimpulan.** Salah satu dari sembilan sampel air minum berada atas ambang batas radioaktivitas yang ditentukan sedangkan delapan lainnya berada dibawah ambang batas radioaktivitas yang ditentukan.

Kata kunci: air minum; aktivitas ^{14}C ; LSC (*Liquid scintillation counting*); radioaktivitas

ABSTRACT

IBNU ASHARI. **ANALYSIS OF ^{14}C RADIONUCLIDE LEVELS IN BOTTLED DRINKING WATER IN MAKASSAR CITY USING THE LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING) METHOD** (supervised by Dr. Maming, M. Si and Dr. Sci. Muhammad Zakir, Msi)

Background. Drinking water is all water whether it is natural or has undergone certain processes, for example desalination of sea water and meets established drinking water standards. Drinking water standards are divided into ordinary drinking water, mineral water, natural mineral water and bottled drinking water. The content of natural radionuclides in the water must be considered. Requirements for the content of radioactive elements, drinking water must not exceed the Radioactivity Level Standard, namely the limit value stated in the Highest Permitted Level (KTD) or the limit of radionuclide levels that are permitted to be found in the environment. **Aims.** This research aims to determine ^{14}C activity in bottled drinking water circulating in Makassar City. **Method.** This research consists of two stages, namely: 1) counting water samples using LSC (*Liquid Scintillation Counter*); and 2) determination of ^{14}C activity. **Results.** Activity value ^{14}C in samples of bottled drinking water circulating in the city of Makassar has an average activity value ^{14}C is below the maximum value, namely below 1 Bq/L as in sample A of 0,357 Bq/L, sample B 0,655 Bq/L, sample C 0,655 Bq/L, sample D 0,536 Bq/l, sample E 0,714 Bq/L, sample F 0,804 Bq/L, sample G 0,268 Bq/L, and sample I 0,655 Bq/L. while sample H has an activity value ^{14}C is above the maximum permitted value, namely 1.071 Bq/L. **Conclusion.** One of the nine drinking water samples was above the specified radioactivity threshold while the other eight were below the specified radioactivity threshold.

Keywords: ^{14}C activity; drinking water; LSC (*Liquid scintillation counting*); radioactivity

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud Penelitian	2
1.3.2 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
BAB II METODE PENELITIAN.....	4
2.1 Bahan Penelitian.....	4
2.2 Alat Penelitian	4
2.3 Waktu dan Tempat penelitian	4
2.4 Prosedur Penelitian.....	4
2.4.1 Pengambilan Sampel.....	4
2.4.2 Pencacahan Sampel.....	4
2.4.3 Perhitungan Aktivitas ¹⁴ C	4
BAB III HASIL PENELITIAN	5
3.1 Sampel Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).....	5
3.2 Pencacahan ¹⁴ C dalam Sampel Menggunakan LSC	5
3.3 Penentuan Aktivitas ¹⁴ C Dalam Sampel.....	7
BAB IV KESIMPULAN	9
DAFTAR PUSTAKA.....	10
LAMPIRAN	12

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Data Disintegrasi per sekon sampel	6
2.	Hasil Pencacahan Background dari 5-120 menit	7

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Grafik rata-rata nilai aktivitas ^{14}C pada setiap sampel AMDK.....	7

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Bagan Kerja.....	12
2.	Data hasil pencacahan sampel air minum dalam kemasan menggunakan LSC hidex 300 SL dalam rentang waktu cacahan 5-120 menit	13
3.	Data hasil pencacahan background menggunakan Lsc hidex 300 SL dalam rentang waktu 5-120 menit	14
4.	Perhitungan aktivitas ^{14}C dalam amdk yang beredar di Kota Makassar	15
5.	Persyaratan kualitas air minum	18
6.	Dokumentasi	19

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/singkatan	Arti dan Penjelasan
AMDK	Air Minum Dalam Kemasan
CPM	<i>Count per minute</i>
DPM	<i>Disintegration per minute</i>
DPS	<i>Disintegration per second</i>
LSC	<i>Liquid scintillation counter</i>
KTD	Kadar Tertinggi yang Diizinkan
Aktivitas ¹⁴ C	Aktivitas ¹⁴ C yang telah di koreksi <i>background</i>
Bq/L	<i>Becquerel per liter</i>
α	Alfa
β	Beta
γ	Gamma

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen penting dalam lingkungan yang memengaruhi dan dipengaruhi komponen lainnya. Air juga merupakan penyusun utama tubuh manusia, sekitar 80% bagian tubuh manusia terdiri dari air. Manusia dianjurkan untuk meminum air sebanyak delapan gelas atau sekurang-kurangnya dua setengah liter setiap hari untuk menghindari dehidrasi (Inacio dkk., 2018)

Air minum adalah semua air baik yang masih bersifat alami, maupun yang telah mengalami proses tertentu, misalnya desalinasi pada air laut dan memenuhi standar air minum yang telah ditetapkan. Standar air minum dibedakan menjadi air minum biasa, air mineral (mineral water), air mineral alami dan air minum dalam kemasan. Air minum dalam kemasan (AMDK) didefinisikan sebagai air yang telah diproses, dikemas dan aman untuk diminum secara langsung (Standar Industri Indonesia, 1990).

Keperluan air di Indonesia diatur dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990 (Permenkes untuk air bersih, air kolam renang dan air pemandian umum) dan Keputusan Menteri Kesehatan No 907 tahun 2012 (Kepmenkes untuk air minum). Selain itu, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum menyatakan air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan (Meylani dan Putra, 2019).

Air yang berasal dari mata air pegunungan biasanya mengandung unsur-unsur radioaktif yang terdapat di batu-batuan dan tanah. Kandungan radionuklida alam di dalam air harus diperhatikan. Persyaratan kandungan unsur radioaktif, air minum tidak boleh melebihi Baku Tingkat Radioaktivitas, yaitu nilai batas yang dinyatakan dalam Kadar Tertinggi yang Diizinkan (KTD) atau batas kadar radionuklida yang diperbolehkan terdapat di lingkungan (Aryani, 2017). Pengaturan syarat kualitas air tentang baku tingkat radioaktivitas telah diatur dalam keputusan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 02/Ka-BAPETEN/V-99 tentang baku tingkat radioaktivitas untuk air minum adalah sepersepuluh dari baku tingkat radioaktivitas untuk berbagai jenis unsur yang terkandung di dalam air tersebut (Ka-Bapeten, 1999).

Ditinjau dari proses terbentuknya, unsur-unsur radioaktif atau radionuklida yang ada di lingkungan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar, yaitu radionuklida alam dan radionuklida buatan. Radionuklida alam adalah radionuklida yang sumber radiasinya sudah ada semenjak alam ini terbentuk, sedangkan radionuklida buatan adalah sumber radiasi yang proses terbentuknya melibatkan intervensi manusia, baik sumber tersebut sengaja dibuat untuk maksud-maksud tertentu atau merupakan hasil samping dari pemanfaatan teknologi nuklir oleh umat manusia. Setiap unsur yang bersifat radioaktif ini akan mengalami peluruhan secara terus menerus hingga mencapai kestabilannya dan menghasilkan unsur baru serta memancarkan radiasi alpha (α), beta (β), atau gamma (γ) disetiap reaksi luruhnya (Sofyan dan Akhadi, 2004).

^{14}C adalah isotop karbon radioaktif dengan 14 inti atom yang terdiri dari 6 proton dan 8 neutron. ^{14}C di atmosfer berasal dari radiasi kosmik pada nitrogen dan pengujian nuklir. Radiokarbon ini dikombinasikan dengan oksigen yang kemudian membentuk karbon radioaktif dalam bentuk $^{14}\text{CO}_2$ yang tercampur di atmosfer dan bergabung ke dalam biosfer yang melalui proses fotosintesis, lalu dipertukarkan dengan hidrosfer dan menghasilkan radiokarbon yang berkeselimbangan, ^{14}C yang meluruh akan seimbang dengan ^{14}C yang terbentuk (Thamrin, 2017).

Pencacah sintilasi cair adalah metode yang digunakan untuk mengukur radiasi alpha (α) dan beta (β) total dalam sampel lingkungan. Metode ini biasanya digunakan untuk pencacahan radiasi β berenergi rendah, seperti ^3H dan ^{14}C (Thahaja dan Mutiah, 2000). *Liquid scintillation counter* (LSC) merupakan teknik yang sudah populer untuk mendeteksi dan mengukur jumlah radioaktivitas dari radionuklida sejak tahun 1950, Metode *Liquid scintillation counter* (LSC) menggunakan sample radioaktivitas yang dimasukkan dalam vial sintilasi dan ditambahkan dengan campuran sintillator khusus (L'Annunziata, 2012).

Aktivitas spesifik ^{14}C sangat rendah, sehingga untuk keperluan pencacahan radiasi yang dipancarkan oleh ^{14}C memerlukan pencacah khusus dengan radiasi latar yang sangat rendah (low background counter) untuk memperoleh hasil dengan ketelitian yang tinggi. Pencacah yang memiliki kemampuan tersebut yakni LSC dengan efisiensi pencacahan sekitar 99,99%. Hal tersebut disebabkan oleh pencacah sintilasi cair dilengkapi dengan detektor yang peka terhadap radiasi dan sampel radioaktif yang akan diukur, sehingga mendapatkan ketelitian yang tinggi dalam menginterpretasi data hasil cacahan. Metode ini sederhana, aman, dan hasil secara signifikan mengurangi waktu analisis dan biaya (Yusuf, 2014).

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dilakukan penelitian tentang analisis tingkat radionuklida ^{14}C air minum dalam kemasan dengan menggunakan metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. berapa aktivitas ^{14}C pada air minum dalam kemasan yang beredar di Kota Makassar?
2. apakah kualitas air untuk kadar ^{14}C pada air minum dalam kemasan yang beredar di kota Makassar telah memenuhi persyaratan baku mutu air minum permenkes RI nomor 492 tahun 2010?

1.3 Maksud Dan Tujuan

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui dan menentukan aktivitas ^{14}C pada air minum dalam kemasan di Kota Makassar menggunakan alat pencacah LSC hidex 300 SL.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menentukan aktivitas ^{14}C yang terdapat pada air minum dalam kemasan yang beredar di Kota Makassar
2. menentukan kualitas air untuk aktivitas ^{14}C pada air minum dalam kemasan yang beredar di Kota Makassar berdasarkan persyaratan baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aktivitas ^{14}C pada air minum dalam kemasan yang beredar di Kota Makassar berdasarkan persyaratan baku mutu air minum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air minum dalam kemasan, larutan *cocktail aqualight*, larutan *background*, kertas label dan sarung tangan.

2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pencacah LSC Hidex 300 SL, vial sentilator, pipet skala, dan alat-alat gelas yang sering digunakan di laboratorium.

2.3 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari - Juli 2024 sampai selesai di Laboratorium Kimia Radiasi Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel air minum dalam kemasan dari berbagai merek yang beredar di Kota Makassar dikumpulkan, lalu dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan.

2.4.2 Pencacahan Sampel

Sampel air minum kemasan dipipet sebanyak 8 mL kemudian dimasukkan ke dalam vial 20 mL, ditambahkan 12 mL *cocktail aqualight* lalu dihomogenkan. Larutan campuran yang telah homogen kemudian dicacah menggunakan LSC Hidex 300 SL dengan waktu pencacahan 5-120 menit. Prosedur yang sama dilakukan untuk larutan standar, standar yang digunakan adalah *dead carbon* yang memiliki tingkat radioaktivitas 1 Bq/l. Hasil pencacahan disimpan di komputer dan dicatat.

2.4.3 Perhitungan Aktivitas ¹⁴C

Becquerel (Bq) adalah satuan turunan SI dari radioaktivitas, didefinisikan sebagai aktivitas kuantitas bahan radioaktif dimana satu nukleus meluruh per detik. Perhitungan aktivitas ¹⁴C dalam Air Minum dalam Kemasan (AMDK) (Nurokhim, 2014):

$$\text{Aktivitas } ^{14}\text{C}(\text{Bq/L}) = \frac{(\text{DPSs} - \text{DPSb})}{V} \quad (1)$$

Keterangan:

DPSs : Disintegrasi Per Detik Sampel

DPSb : Disintegrasi Per Detik Blanko

V : Volume sampel(L)