

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Sapu-sapu

Klasifikasi ikan Sapu-Sapu (*Hyposarcus pardalis*) Kotellat *et al.*, (1993)

dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum : Chordata
Subfilum : Vertebrata
Kelas : Pisces
Ordo : Siluridea
Famili : Loricarinae
Genus : *Hyposarcus*
Spesies: *Hyposarcus pardalis*

Ikan sapu-sapu bukan ikan asli Indonesia melainkan jenis ikan hasil introduksi dari Brazil ikan sapu-sapu merupakan jenis ikan yang sering ditemukan di sungai, danau atau rawa. Ikan sapu-sapu tergolong dalam jenis ikan *invasive spesies* yaitu dapat menjadi predator maupun kompetitor terhadap spesies asli. Ikan ini paling bisa beradaptasi dengan perairan yang kandungan oksigen terlarutnya rendah dimana pertumbuhannya relatif cepat tanpa membutuhkan pemeliharaan yang intensif seperti jenis ikan lainnya. Keberadaan ikan sapu-sapu dapat diketahui dari lubang-lubang yang terlihat dalam bentuk kumpulan di sepanjang lereng pinggir sungai, lubang tersebut berfungsi sebagai tempat peletakan telur ikan. (Nico,2012).

1. Morfologi ikan sapu-sapu

Ikan sapu-sapu termasuk ke dalam suku *catfish* dan famili Loricariidae yang ditandai dengan tubuh yang tertutup oleh kulit yang mengeras dengan bentuk mulut cakram, kepala serta tubuh ikan sapu-sapu melebar dan membentuk seperti panah, batang ekor memanjang dan sirip punggung lebar, pada semua siripnya kecuali sirip ekor selalu diawali oleh duri keras, terdapat *adipose fin* yang terletak dekat dengan ujung batang ekor yang ditutupi oleh kulit yang mengeras. Sapu-sapu dapat mencapai panjang maksimum 50 cm. Ikan ini berasal dari perairan air tawar Amerika Selatan dan bagian utara Amerika Tengah hingga Nikaragua (Kotellat *et al*, 1993)

2. Habitat dan pakan ikan sapu-sapu

Habitat asli ikan sapu-sapu adalah sungai dengan aliran air yang deras dan jernih, tetapi dapat juga hidup diperairan tergenang seperti rawa dan danau. Ikan sapu-sapu dapat hidup diperairan dengan kadar oksigen terlarut yang rendah, dimana hanya sedikit spesies lain yang dapat bertahan hidup diperairan tersebut. Kebiasaan makan ikan tersebut yang memakan sisa-sisa pakan, alga, lumut, dan sisa-sisa dari biota yang mati diperairan (Ghufran dan Kordi, 2008).

3. Kegunaan ikan sapu-sapu

Ikan merupakan sumber protein, vitamin, mineral, dan asam lemak tidak jenuh yang merupakan bahan pangan dengan nilai gizi tinggi bagi masyarakat (Inswiasri dkk., 1997). Ikan dengan kandungan gizi yang tinggi tersebut termasuk ikan sapu-sapu. Ikan sapu-sapu atau dalam perdagangan ikan internasional dikenal dengan nama *plecostomus* (biasanya disingkat *pleco* atau *plecs*) merupakan ikan

air tawar yang berasal dari amerika selatan. Ikan ini populer digunakan sebagai pembersih akuarium. yang biasa kita lihat misalnya, dinamakan common pleco, merupakan spesies *hypostomus plecostomus* atau *pterygoplichthys pardalis* (Elfidasari *et al*, 2016).

B. Logam Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam lunak berwarna abu-abu kebiruan yang mengkilat, memiliki titik lebur yang rendah oleh sebab itu mudah dibentuk, timbal terdapat dalam jumlah kecil dalam batu-batuan, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Timbal termasuk dalam kelompok IV dan periode 6 dari tabel periodik unsur kimia dengan nomor atom 82, berat atom 207,2 gram/mol, berat jenis 11,4 gram/cm³, titik leleh 327,4⁰C, titik didih 1725⁰C (Sembel, 2015).

1. Penggunaan logam timbal (Pb)

Logam timbal (Pb) banyak digunakan pada industri baterai, kabel ,cat (sebagai zat pewarna), penyepuhan, pestisida, dan yang paling banyak digunakan sebagai zat antiletup pada bensin. Timbal (Pb) juga digunakan sebagai zat penyusun patri atau solder dan sebagai formulasi penyambung pipa yang mengakibatkan air untuk rumah tangga mempunyai banyak kemungkinan kontak dengan timbal (Sembel, 2015).

2. Gejala keracunan logam timbal (Pb)

Gejala keracunan timbal sangat bervariasi, tergantung pada tingkat keracunannya (akut atau kronis), serta toleransi manusia terhadap racun dan usia. Anak-anak dan orang lanjut usia mempunyai daya tahan tubuh yang rendah.

Seperti diketahui, timbal merupakan zat toksin yang sifatnya dapat terakumulasi didalam tubuh, semakin lama terpapar kadar timbal dalam tubuh semakin tinggi. Pada anak yang berusia dibawah 12 tahun waktu tinggal timbal dalam tubuh sekitar 28-35 hari. Jika anak dijauhkan dari paparan timbal, secara perlahan zat toksin bagi tubuh itu akan keluar melalui urine atau feses, jika anak terpapar timbal secara terus menerus racun tersebut akan menumpuk didalam tubuh. Pada orang dewasa, toksin timbal dapat mengurangi kesuburan dan pada ibu hamil dapat mempengaruhi perkembangan inteligensi anak (Sukandarrumidi *et al.*, 2018).

3. Sumber-sumber pencemaran logam timbal (Pb)

Sumber pencemar industri, logam timbal merupakan bahan berbahaya dan beracun, dijumpai dalam bentuk yang bervariasi dan dapat tersebar lebih luas. Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran timbal adalah semua industri yang memakai timbal sebagai bahan baku ataupun sebagai bahan pembantu. Menurut Sukandarrumidi *et al* (2018) industri-industri tersebut, antara lain :

3.1 Industri batu baterai dan *accu*. Industri ini banyak menggunakan logam timbal (Pb), terutama sebagai *alloy* dalam bentuk *lead antimony* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya. Industri daur ulang dengan memanfaatkan *accu* bekas sangat potensial mencemari udara lingkungan sekitar. Hendaknya jangan membuang batu baterai bekas atau yang sudah mati disembarang tempat. Kebiasaan ini dalam jangka waktu lama akan dapat mencemari tanah di daerah pemukiman tersebut.

3.2 Industri bahan bakar. Timbal dalam bentuk senyawa *tetra ethyl lead*

(TEL) dan *tetra methyl lead* (TML) banyak dipakai sebagai *anti-knock* pada bahan bakar. Penambahan TEL pada bensin dapat meningkatkan nilai oktan sehingga bensin akan lebih mudah terbakar.

3.3 Industri kabel. Industri kabel memanfaatkan logam timbal untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian logam timbal di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan sebagai logam *alloy* dalam bentuk campuran dengan logam Cd, Fe, Cr, Au, dan As yang juga membahayakan untuk makhluk hidup.

3.4 Industri kimia dan industri bahan pewarna. Pada industri ini sering kali dipakai logam timbal karena dianggap toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagian pewarna merah pada cat biasanya dipakai *lead red*, sedangkan untuk warna kuning dipakai *lead chromate*. Logam timbal dalam bentuk *alloy* dengan logam Fe, dimanfaatkan untuk membuat pipa air minum. Untuk membuat bagian sambungan pipa air minum sangat disenangi karena *alloy* ini relatif lunak sehingga mudah dibentuk ulir sambungan pipa. Pada masa lalu, *alloy* jenis ini banyak dimanfaatkan untuk saluran air minum. Akan tetapi dengan ditemukannya *polyphosphylin* yang lebih praktis, penggunaan pipa *alloy* jenis ini sudah makin berkurang.

4. Sifat logam timbal (Pb)

Timbal mempunyai sifat titik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif, sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam guna mencegah pengkaratan. Bila dicampur dengan logam lain, membentuk logam

campuran yang lebih bagus daripada logam murninya, mempunyai kepadatan melebihi logam lain (Semel, 2015).

Timbal (Pb) memiliki sifat yang cenderung tidak menampakkan bau dan rasa jika dalam kadar yang sedikit. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis tertentu untuk mengetahui keberadaan timbal pada makanan atau sampel, metode yang biasa digunakan saat ini adalah metode spektrofotometri serapan atom (*Atomic Absorption Spectrophotometri*) pada prinsipnya metode ini diawali dengan melepaskan timbal kemudian ditera dengan katoda timbal, dan dihitung nilai serapannya sehingga didapatkan nilai timbal (Sukandarrumidi, 2018).

5. Analisis logam timbal secara kualitatif dan kuantitatif

Pencemaran logam timbal dapat ditentukan secara kualitatif dan secara kuantitatif untuk mengetahui adanya cemaran logam timbal dalam suatu sampel dan kadar cemarannya.

5.1 Uji kualitatif. Uji kualitatif untuk menganalisis logam berat timbal (Pb) dapat dilakukan dengan uji ditizon pada pH 8,5 akan terjadi perubahan warna merah tua jika sampel mengandung logam timbal (Pb), serta dengan penambahan reagen kimiawi seperti penambahan serbuk KI akan terbentuk endapan kuning jika sampel mengandung timbal (Pb), penambahan serbuk Na_2CO_3 yang akan terbentuk endapan putih, serta dapat juga dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom yaitu dengan melihat nilai absorbansi yang diperoleh dari pembacaan lampu katoda timbal (Hasrat, 2014).

5.2 Uji kuantitatif. Uji kuantitatif untuk menganalisis logam berat timbal (Pb) pada suatu sampel dapat menggunakan dua metode yaitu:

5.2.1. Spektrofotometri serapan atom (SSA) merupakan suatu metode analisa untuk penentuan unsur-unsur logam berdasarkan pada penyerapan radiasi oleh atom. Memiliki keunggulan yaitu penggunaannya mudah, akurat, dan sederhana. Dan memiliki kekurangan yaitu hanya bisa diterapkan pada unsur-unsur logam, serta membutuhkan lampu katoda berongga setiap unsur logam yang akan dianalisis (Perdana, 2017).

5.2.1. Analisis aktivasi neutron (AAN) merupakan suatu metode analisis nuklir untuk penentuan unsur yang didasarkan pada pengukuran radioaktivitas. Metode analisis aktivasi neutron memiliki akurasi yang sangat baik, selektif, dapat menentukan unsur secara simultan, batas deteksi mencapai mikrogram, dan merupakan teknik non komplementer dengan teknik non nuklir lainnya (Yusuf, 2014)

C. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisa untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (*absorpsi*) radiasi oleh atom bebas unsur tersebut. Spektrofotometri serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dan jumlah sekelumit (*trace*) dan sangat kelumit (*ultratrace*). Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Cara ini cocok untuk analisis kelumit logam karena mempunyai kepekaan yang tinggi (batas deteksi <1 ppm), pelaksanaannya relatif sederhana, dan interferensinya sedikit (Gandjar & rohman, 2007).

1. Instrumentasi spektrofotometri serapan atom

Terdapat lima komponen utama dalam instrument spektrofotometri serapan atom yaitu: sumber sinar, tempat sampel, monokromator, detektor dan readout.

1.1 Sumber sinar. Lampu katode berongga (*hollow cathode lamp*), lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. katode sendiri terbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi dengan logam tertentu, tabung logam ini dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah (10-15 tor). Neon biasanya lebih disukai karena memberikan intensitas pancaran lampu yang lebih rendah. Bila antara anoda dan katoda diberi suatu selisih tegangan yang tinggi (600 volt), maka katoda akan memancarkan berkas-berkas elektron yang bergerak menuju anoda elektron dengan energi tinggi ini dalam perjalanannya menuju anoda akan bertabrakan dengan gas-gas mulia yang diisikan tadi. Akibat dari tabrakan-tabrakan ini membuat unsur-unsur gas mulia akan kehilangan elektron dan menjadi ion bermuatan positif. ion-ion gas mulia yang bermuatan positif ini selanjutnya akan bergerak ke katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi pula. Sebagaimana yang disebutkan di atas, pada katoda terdapat unsur-unsur yang sesuai dengan oleh ion-ion positif gas mulia. Akibat tabrakan ini, unsur-unsur akan terlempar ke luar dari permukaan katoda. Atom-atom dari unsur katoda ini kemudian akan mengalami eksitasi ke tingkat energi-energi elektron yang lebih tinggi dan akan memancarkan spektrum pancaran dari unsur yang sama dengan memancarkan yang akan di analisis (Gandjar & Rhoman, 2007).

1.2 Tempat sampel. Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asas. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu: Nyala, tanpa nyala (Gandjar & Rhoman, 2007).

1.2.1 Nyala (*Flame*). Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan berfungsi untuk atomisasi. Pada cara spektrofotometri emisi atom, nyala ini berfungsi untuk mengeksitasikan atom dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi.

1.2.2 Tanpa nyala (*Flameless*). Teknik atomisasi dengan nyala dinilai kurang peka karena atom gagal mencapai nyala, tetesan sampel yang masuk ke dalam nyala terlalu besar, dan proses atomisasi kurang sempurna, sehingga munculah suatu teknik atomisasi yang baru yakni atomisasi tanpa nyala. Pengatoman dapat dilakukan dalam tungku dari grafit seperti tungku yang dikembangkan oleh masmann. Sistem pemanasan dengan tanpa nyala ini dapat melalui 3 tahap yaitu : pengeringan (*drying*) yang membutuhkan suhu yang relatif rendah, pengabungan (*ashing*) yang membutuhkan suhu yang lebih tinggi karena untuk menghilangkan matriks kimia dengan mekanisme volatilisasi atau pirolisis, dan pengatoman (*atomising*). Waktu dan suhu pemanasan tanpa nyala dilakukan dengan cara terprogram.

1.3 Monokromator. Pada spektrofotometri serapan atom, monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Sistem optik, dalam monokromator juga terdapat suatu

alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut dengan *chopper* (Gandjar & Rhoman, 2007).

1.4 Detektor. Mengukur intensitas cahanya yang melalui tempat pengatoman, Biasanya digunakan tabung pengadaan foton (*photomultiplier tube*). Ada 2 cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi yaitu: memberikan respon terhadap radiasi resonansi, radiasi kontinyu, dan hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi. Pada cara pertama, output yang dihasilkan dari radiasi resonan dan radiasi kontinyu disalurkan pada sisitem galvanometer dan setiap perubahan yang disebabkan oleh radiasi responan akan menyebabkan perubahan output. Pada cara kedua, output berasal dari radiasi resonan dan radiasi kontinyu yang dipisahkan. dalam hal ini, sisitem penguat harus cukup selektif untuk dapat membedakan radiasi (Gandjar & Rhoman, 2007).

1.5 Readout. Alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorbsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau kurva dari suatu *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar & Rhoman, 2007).

1. Prinsip spektrofotometri serapan atom

Spektrofotometri serapan atom (SSA) berprinsip pada absorbansi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Misalnya natrium menyerap pada 589 nm, uranium pada 358,5 nm, sedangkan kalium menyerap pada panjang gelombang 776,5 nm. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk

untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Absorbansi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikan tingkat energinya ke tingkat eksitasi (Djunaidi, 2018).

2. Gangguan pada spektrofotometri serapan atom

Gangguan-gangguan (*interference*) pada spektrofotometri serapan atom adalah peristiwa-peristiwa yang menyebabkan pembacaan absorbansi unsur yang akan dianalisis menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai yang sesuai dengan konsentrasi dalam sampel.

3.1 Gangguan yang berasal dari matriks sampel. Gangguan matriks sampel tersebut dapat berpengaruh terhadap laju aliran bahan bakar/gas pengoksidasi. Sifat-sifat tersebut adalah viskositas, tegangan permukaan, berat jenis, dan tekanan uap. Gangguan matriks yang lain adalah pengendapan unsur yang dianalisis sehingga jumlah atom yang mencapai nyala menjadi lebih sedikit dari konsentrasi yang seharusnya yang terdapat di dalam sampel. (Gandjar & Rohman, 2007).

3.2 Gangguan kimia. Gangguan kimia dapat mempengaruhi jumlah/banyaknya atom yang terjadi di dalam nyala. Terbentuknya atom-atom netral yang masih dalam keadaan azas di dalam nyala sering terganggu oleh dua peristiwa kimia (Gandjar & Rohman, 2007.) yaitu :

3.2.1 Diasosiasi senyawa-senyawa yang tidak sempurna. terjadinya disosiasi yang tidak sempurna disebabkan oleh terbentuknya senyawa-senyawa yang bersifat refraktorik (sukar diuraikan di dalam nyala api). Contoh senyawa-

senyawa refraktorik adalah oksida-oksida dan garam-garam fosfat, selikat, aluminat dari logam alkali tanah, dan garam kalium fluorotantalat. Dengan terbentuknya senyawa yang bersifat refraktorik akan mengurangi jumlah atom netral yang ada di dalam nyala.

3.2.2 ionisasi atom-atom di dalam nyala. Ionisasi atom-atom dalam nyala dapat terjadi jika suhu yang digunakan untuk atomisasi terlalu tinggi. Prinsip analisis dengan SSA adalah mengukur absorbansi atom-atom netral yang berada dalam keadaan azas. Jika terbentuk ion maka dapat mengganggu pengukuran absorbansi atom netral karena spektrum absorbansi atom-atom yang mengalami ionisasi tidak sama dengan spektrum atom dalam keadaan netral.

3.3 Gangguan oleh absorbansi. Gangguan oleh absorbansi di sebabkan bukan oleh absorbansi atom yang dianalisis, yakni absorbansi oleh molekul-molekul yang tidak terdisosiasi didalam nyala. (Gandjar & Rohman, 2007). Gangguan-gangguan di atas dapat diatasi dengan menggunakan cara sebagai berikut:

3.3.1 Penggunaan nyala/suhu atomisasi yang lebih tinggi. Dengan suhu yang lebih tinggi, maka senyawa senyawa akan bereaksi secara sempurna. Untuk menguraikan senyawa-senyawa yang bersifat refraktorik, tidak hanya suhu yang ditinggikan tetapi juga komposisi nyala, yakni perbandingan antara gas pembakar dan gas pengoksidasi.

3.3.2 Penambahan senyawa penyangga. Senyawa penyangga akan mengikat gugusan pengganggu, (selikat, fosfat, aluminat, sulfat). Contoh unsur penyangga adalah Sr dan La yang ditambahkan pada analisis Ca secara SSA.

Dengan adanya penambahan senyawa penyangga maka ion fosfat akan terikat dan tidak akan membentuk Ca-fosfat yang bersifat refraktoris.

3.3.3 Pengekstraksian unsur yang akan dianalisis. Mengekstraksi senyawa logam dalam pelarut organik, maka logam tersebut harus dibuat dalam bentuk kompleks baru kemudian kompleks tersebut diekstraksi menggunakan pelarut organik. Contohnya analisis tantalum dapat diganggu dengan adanya unsur kalium membentuk K_2TaF_6 yang bersifat refraktoris. Kompleks TaF_4 dapat diekstraksi dengan pelarut metilisobutil keton.

3.3.4 Pengekstraksian ion atau gugus pengganggu. Gangguan kimia yang ditimbulkan oleh ion atau gugus pengganggu dapat dihindari dengan mengekstraksikan ion atau gugus pengganggu tersebut. Contohnya analisis logam dalam jumlah sekelumit (*trace analysis*) dalam biji besi. Adanya besi dalam jumlah yang besar dapat mengganggu proses penetapan kadar.

3. Kelebihan dan keterbatasan Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri Serapan Atom memiliki kelebihan dan keterbatasan sebagai berikut :

4.1. Kelebihan. Spektrofotometri Serapan Atom lebih peka dari spektroskopi emisi atom, suatu metode analisis yang sangat spesifik yang bermanfaat dalam beberapa aspek pengendalian mutu. Spektrofotometri Serapan Atom sederhana, akurat, dan mudah digunakan (Cahyadi, 2009).

4.2. Keterbatasan. Spektrofotometri Serapan Atom hanya dapat diterapkan pada unsur-unsur logam, masing-masing unsur memerlukan lampu katoda rongga yang berbeda untuk penentuannya (Cahyadi, 2009).

D. Validasi Metode Analisis

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap prosedur analisis berdasarkan percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa prosedur analisis tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya. Parameter metode analisis adalah kecermatan (*accuracy*), keseksamaan (*precision*), selektivitas (*specificity*), linearitas (*linearity*), rentang (*range*), batas kuantifikasi (*limit of quantification, LOQ*), dan batas deteksi (*limit of detection, LOD*), kekasaran (*ruggedness*), dan ketahanan (*robustness*) (Riyanto, 2014).

1. Akurasi

Akurasi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya, biasanya dinyatakan sebagai persen perolehan kembali atau *recovery*. Persen perolehan kembali dinyatakan sebagai rasio antara hasil kadar yang diperoleh dengan kadar yang sebenarnya. Persyaratan nilai *%recovery* 80 -120 % (Hadi, 2018).

Persamaan digunakan untuk menghitung *%recovery*.

$$\%recovery = \frac{\text{kadar terukur}}{\text{kadar diketahui}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

2. Presisi

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual. Keseksamaan diukur melalui penyebaran hasil individu dari hasil rata-rata jika prosedur ditetapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Keseksamaan diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisien variasi) dan dinyatakan sebagai

keterulangan atau ketertiruan. Presisi diukur dengan menentukan Koefisiens Varians yang tidak lebih dari 2 % (Hadi, 2018).

Persamaan digunakan untuk menghitung Standart Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-x')^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan digunakan untuk menghitung Koefisien Varians

$$CV = \frac{SD}{x} \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

3. Linearitas

Kemampuan metode analisis memberikan respon proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi r pada analisis regresi linier $y = a + bx$. Koefisien korelasi adalah suatu ukuran hubungan linier antara dua set data dan ditandai dengan r . hubungan linier yang $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis. Parameter hubungan kelinieran yang digunakan yaitu koefisien korelasi (r) pada analisis regresi linier $y = bx + a$ (b adalah slope, a adalah intersep, x adalah konsentrasi analit dan y adalah respon instrument). Linearitas menunjukkan kemampuan metode analisis untuk menghasilkan respon yang proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel pada kisaran atau rentang yang ada. Metode analisis yang baik adalah ketika linearitas metode mendapatkan korelasi mendekati (R) 1 atau 0,999. (Riyanto, 2014).

4. Batas kuantifikasi (LOQ) dan batas deteksi (LOD)

Batas kuantifikasi merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi

kriteria cermat dan seksama. Sedangkan batas deteksi adalah jumlah analit terkecil dalam sampel yang masih dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan bila dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi merupakan parameter uji batas (Hadi, 2018).

Persamaan digunakan untuk menghitung LOD

$$LOD = \frac{3,3 \times SD}{slope} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan digunakan untuk menghitung LOQ

$$LOQ = \frac{10 \times SD}{slope} \dots\dots\dots (5)$$

5. Selektivitas

Selektivitas atau spesifisitas suatu metode adalah kemampuan yang hanya mengukur zat tertentu saja secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel. Selektivitas seringkali dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan (*degree of bias*) metode yang dilakukan terhadap sampel yang mengandung bahan yang ditambahkan berupa cemaran hasil urai, senyawa asing lainnya, dan dibandingkan terhadap hasil analisis sampel yang tidak mengandung bahan lain yang ditambahkan (Riyanto, 2014).

E. Landasan Teori

Ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) merupakan salah satu jenis ikan yang mampu hidup di perairan tercemar, spesies ini mempunyai kelimpahan yang tinggi pada sungai-sungai dengan kadar pH 6,2 – 8,3 dan pada sungai-sungai yang tercemar logam berat seperti tembaga (Cu), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb). Makanan utama ikan ini adalah alga dan endapan sungai dengan cara menghisap

makanan tersebut, selain itu mengenai pencemaran di sungai bengawan solo antara solo dan sragen terdapat ikan sapu-sapu di perairan daerah sragen yang merupakan aliran sungai bengawan solo. Kualitas perairan di aliran sungai sragen tergolong buruk, dengan banyaknya limbah industri dan rumah tangga (Nugroho *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil identifikasi kualitatif kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Zn) pada ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) disungai pabelan menunjukkan hasil positif baik pada bagian batas awal sungai, area tengah sungai, dan batas akhir sungai, sedangkan sampel kontrol dari kolam menunjukkan hasil yang negatif. Hasil uji kualitatif kandungan logam tersebut kemudian dilanjutkan dengan identifikasi kandungan jenis logam. Pada identifikasi logam hanya ditekankan pada 4 jenis logam saja dengan pengaturan pH yang berbeda yaitu Pb pada pH 8,5, Cd pada pH 6,5, Cu pada pH 3,5, dan Zn pada pH 7,0. Hasil identifikasi kualitatif kandungan jenis logam pada ikan sapu-sapu di sungai Pabelan bagian batas awal sungai, area tengah sungai, dan batas akhir sungai bernilai positif untuk logam Pb, Cd, dan Zn, sedangkan untuk logam Cu menunjukkan hasil negatif (Saputro *et al.*, 2012).

Pencemaran di sungai bengawan solo antara solo dan sragen menunjukkan angka timbal dari lokasi Kampung Sewu sebesar 1,067 mg/kg, lokasi Tundungan sebesar 1,811 mg/kg, lokasi Kebak Kramat sebesar 2,006 mg/kg, lokasi Butuh sebesar 2,004 g/kg. Kandungan timbal (Pb) pada ikan sapu-sapu di Kebak Kramat dan Butuh melebihi ambang batas cemaran timbal (Pb) dalam bahan makanan yaitu 2 mg/kg (Utomo *et al.*, 2010).

Analisis logam timbal (Pb) ini dilakukan preparasi secara destruksi basah dan dilakukan pengujian secara kualitatif dan kuantitatif. Uji kualitatif dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom yaitu dengan membandingkan lambda dan absorbansi antara sampel dan larutan standar. Uji kuantitatif yang dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom yaitu menggunakan perhitungan dengan regresi linear. Batas kandungan logam timbal pada ikan menurut SNI 2729:2013 adalah sebesar 0,3 mg/kg.

F. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Ikan sapu-sapu di sekitar perairan Sungai Bengawan Solo wilayah Kecamatan Jenar tercemar logam timbal (Pb).
2. Kadar logam berat timbal (Pb) pada ikan sapu-sapu di sekitar perairan Sungai Bengawan Solo wilayah Kecamatan Jenar dapat dilakukan pengujian secara kualitatif dan kuantitatif.
3. Penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2010 pencemaran di sungai Bengawan Solo antara Solo dan Sragen menunjukkan angka timbal dari lokasi Kampung Sewu sebesar 1,067 mg/kg, lokasi Tundungan sebesar 1,811 mg/kg, lokasi Kebak Kramat sebesar 2,006 mg/kg, lokasi Butuh sebesar 2,004 mg/kg.. Berdasarkan SNI 2729:2013 batas kandungan logam timbal pada ikan sebesar 0,3 mg/kg.