

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Singkong (*Manihot esculenta crantz*)

Singkong (*Manihot esculenta crantz*) atau ubi kayu merupakan makanan pokok bagi penduduk di dunia, selain sebagai makanan pokok singkong juga digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman singkong diklasifikasi sebagai berikut (Jurni, 2019):

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta crantz</i>

Singkong atau yang biasa disebut ubi kayu bisa dilihat pada gambar 2.1 merupakan tanaman yang mudah sekali dibudidayakan, bahkan ditanah yang marjinal tanaman ini bisa hidup dan dapat memberikan hasil. Selain itu kandungan karbohidrat yang berasal dari umbi kayu sangat tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti beras.



Gambar 2.1. Singkong (Dokumen Pribadi)

Singkong merupakan umbi atau akar pohon yang umumnya memiliki panjang 50-80 cm dengan diameter 3-5 cm. Daging umbi bewarna putih atau kekuning-kuningan. Singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun minim protein. Singkong juga rentan terhadap kerusakan akibat terlalu lama terkena angin, gejala singkong yang mengalami kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya asam sianida yang bersifat racun bagi tubuh apabila dikonsumsi (Fitriani, H, 2017).

Singkong adalah tanaman semusim, tanaman berumbi dengan umbi memanjang, besar dan kecil. Umbi singkong ini mengandung pati yang bervariasi tergantung varietasnya. Hampir semua bagian singkong dapat dimanfaatkan mulai dari batang, daun, umbi, sampai kulit umbi singkong yang mayoritas hanya menjadi sampah atau dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak (Fitriani, H, 2017).

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan Lende, M dkk, masyarakat memanfaatkan umbi singkong pada umumnya dengan cara yang sederhana yaitu direbus, dikukus, dibakar dan kadang-kadang digoreng juga dimanfaatkan sebagai bahan makanan dengan cara dibuat kue tart, kue bolu dan digoreng menjadi keripik sedangkan daunnya diolah menjadi sayur (Lende, M dkk, 2020).

Singkong memang sudah dikenal sebagai bahan pangan tetapi masi jarang khasiat singkong yang tidak diketahui masyarakat padahal singkong mengandung senyawa-seyawa kimia tertentu yang dapat di jadikan obat herbal untuk memyembuhkan penyakit tertentu, yaitu: Antioksidan, Vitamin B, Saponin, HCN (Sebagai Penghasil Linamarin Anti Kanker), Bioetanol, Singkong bebas gluten, Sumber karbohidrat, Protein, Vitamin K, Vitamin B Kompleks, Vitamin C, Mineral Penting, Sumber Serat (Jurni, 2019).

2.1.2 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia yang memiliki massa jenis lebih dari 5 g/cm^3 , yang terletak dibagian sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas tinggi terhadap unsur S dan biasanya memiliki nomor atom 22 hingga 92 dari periode 4 sampai 7. Logam berat merupakan komponen alami yang

terdapat dikulit bumi yang tidak dapat dihancurkan dan merupakan zat berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi (Lestari, 2021).

Logam berat termasuk dalam metalloid, logam transisi, logam dasar, lantanida dan aktinida. Unsur utama logam berat yaitu kromium (Cr), mangan (Mn), kobalt (Co), tembaga (Cu), Seng (Zn), merkuri (Hg), timbal (Pb), nikel (Ni), timah (Sn), cadmium (Cd), dll. Logam berat memiliki 3 kelompok yakni logam beracun (seperti Hg, Cr, Pb, Zn, Cu, Ni, Cd, As, Co, Sn, dll), logam mulia (seperti Pd, Pt, Ag, Au, Ru, dll) dan radionuklida (seperti Th, Ra, Am, dll) (Sandeep dkk, 2018).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam non esensial. Logam berat esensial yaitu logam yang dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, sebagai contoh Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se. Sedangkan logam berat non esensial merupakan logam yang beracun yang keberadaannya dalam tubuh belum diketahui manfaatnya. Logam ini dapat menimbulkan efek yang merugikan kesehatan manusia, senyawa ini tidak dapat rusak dalam dan tidak berubah menjadi bentuk lain, sebagai contoh Hg, Cd, Pb, Sn, Cr dan As (Adhani dan Husaini, 2017).

Menurut Sandeep (2018) ada berbagai sumber logam berat yang mencemari lingkungan, seperti :

1. Sumber Alami Logam Berat

Komposisi dan konsentrasi logam berat tergantung pada jenis batuan dan kondisi lingkungan yang mengaktifkan proses pelapukan. Pembentukan tanah sebagian besar terjadi dari batuan sedimen tetapi hanya merupakan sumber logam berat yang kecil, karena umumnya tidak mudah lapuk. Namun, banyak batuan beku seperti olivine, augit dan hornblende memberikan kontribusi Cu, Co, Ni, Mn dan Zn yang cukup besar kedalam tanah. Dalam batuan sedimen, serpih memiliki konsentrasi Cr, Mn Co, Cu, Cd, Sn, Hg dan Pb tertinggi diikuti oleh batu kapur dan pasir.

2. Sumber Pertanian Logam Berat

Sumber logam berat yang paling penting untuk tanah pertanian, meliputi pengapuran, lumpur limbah, air irigasi dan pestisida. Meskipun kadar logam berat di tanah pertanian sangat kecil, tetapi penggunaan pupuk fosfat secara berulang dalam waktu lama memungkinkan akumulasi beberapa logam yang sangat berbahaya. Pengapuran meningkatkan kadar logam berat dalam tanah lebih banyak dari pada pupuk nitrat dan sampah kompos. Lumpur limbah dan beberapa pestisida berbasis logam berat adalah salah satu sumber terpenting kontaminasi logam berat ke tanah.

3. Sumber Industri Logam Berat

Industri sumber logam berat termasuk pertambangan dan pemurnian. Operasi penambangan mencemarkan logam berat yang berbeda tergantung pada jenis penambangan. Kontaminasi tanah dan badan air juga dapat terjadi melalui limpasan dari erosi limbah tambang, debu yang dihasilkan selama pengangkutan, korosi logam dan pencucian logam berat ke tanah dan air tanah.

4. Limbah Domestik

Limbah pembuangan rumah tangga menjadi sumber tunggal terbesar dari nilai logam tinggi di sungai dan perairan lainnya. Penggunaan deterjen menimbulkan kemungkinan bahaya pencemaran, karena produk deterjen rumah tangga biasa dapat mempengaruhi kualitas air.

5. Sumber Lain

Sumber logam berat lainnya termasuk pembakaran sampah, tempat pembuangan sampah dan transportasi mobil, kendaraan bertenaga diesel dan pesawat terbang. Dua sumber utama aktivitas manusia yang mencemari tanah adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dan korosi produk limbah komersial yang menambah Cr, Cu, Pb dan Zn ke lingkungan.

Logam berat dapat menghambat kerja enzim sehingga metabolisme tubuh terganggu sehingga menyebabkan kanker dan mutasi. Jenis logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia adalah timbal, tembaga, merkuri, kadmium, dan kromium. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh kemudian diserap. Penyerapan logam dapat terjadi di mana saja di saluran pencernaan, lambung merupakan bagian utama

dalam proses penyerapan timbal. Bagian utama penyerapan logam dalam saluran pernapasan adalah alveoli. Logam yang diserap dengan cepat didistribusikan ke seluruh tubuh. Tingkat distribusi ke setiap organ terkait dengan aliran darah, membran sel, dan afinitas logam komponen organ. Setelah logam terurai, dapat terakumulasi dalam organisme tubuh. Konsumsi sayuran yang mengandung logam berat menyebabkan efek berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti sakit tenggorokan, sakit kepala, radang kulit, alergi, anemia, gagal ginjal, radang paru-paru, dll(Pratiwi, 2020).

2.1.3 Timbal (Pb)

Timbal seperti pada gambar 2.2 merupakan salah satu logam berat yang beracun dan dapat menimbulkan efek buruk bagi tubuh. Paparan timbal dapat menempel pada tubuh dan memicu anemia, kehancuran serius pada jaringan tubuh dan otak serta ginjal. Timbal merupakan logam berat dengan warna biru kelabu dengan titik leleh 327 °C, titik didih pada 1.620°C dengan suhu 550-600°C, timbal dapat membentuk timbal dioksida jika menguap dan bereaksi pada Oksigen dalam udara. Pb memiliki nomor atom paling besar dari seluruh tabel periodik yaitu 82 (Widodo, 2019).



Gambar 2.2 Timbal (Bimastyaji. 2017)

Timbal secara alami berasal dari lingkungan, namun sebagian besar kehadiran timbal disebabkan oleh aktivitas manusia terutama dari polusi dari kendaraan bermotor. Pencemaran Timbal terus meningkat lebih dari seribu kali lipat selama tiga abad terakhir sebagai akibat dari aktivitas manusia. Masih menjadi masalah serius terutama pada negara berkembang yang masih menggunakan bahan bakar bensin bertimbal. Timbal dapat memasuki lingkungan melalui pembakaran kendaraan bermotor, pertambangan timah dan logam lainnya, pabrik-pabrik yang

membuat atau menggunakan timah, campuran timah, atau senyawa timbal (Nurmawan, 2019).

Akumulasi logam timbal dapat terjadi secara pasif maupun aktif. Akumulasi logam padat pada tanaman dapat masuk melalui korteks pada akar tanaman yang terkumpul di dekat endodermis. Logam berat terakumulasi pada tanaman seperti melalui beberapa faktor seperti transpirasi, tekanan akar dan kehadiran pemacu penyerap logam yang biasanya hanya dimiliki oleh tumbuhan hiperakumulator. Bila terakumulasi dengan tinggi pada tanaman dapat menyebabkan kerusakan pada organ tanaman sehingga menyebabkan kerusakan pada organ tanaman. Logam berat Pb yang terakumulasi secara berlebihan pada tanaman dapat menyebabkan terhambatnya sistem fotosintesis dan menyebabkan nekrosis pada tanaman (Widyawati, 2021).

2.1.3.1. Dampak Timbal (Pb) Pada Kesehatan

Timbal dapat menyebabkan keracunan pada tubuh manusia, baik pada tingkat kronis maupun akut. Toksisitas kronis timbal sering dijumpai pada pekerja pabrik permukiman logam dan pertambangan. Senyawa Pb mampu masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan, pencernaan, kontak langsung dengan kulit maupun melalui makanan. Keracunan Pb kronis dapat menimbulkan gangguan fisiologis dan efek keracunan kronis pada anak yang sedang berkembang dan dapat mempengaruhi gangguan fisik dan mental (Yanti, 2020).

Paparan terhadap timbal dan bahan kimia timbal dapat terjadi melalui jalur inhalasi, jalur oral, jalur dermis, penyerapan dari benda asing bertimbal dan dapat melalui rute plasenta. Persentase penyerapan timbal melalui jalur oral oleh anak-anak lebih besar dari pada oleh orang dewasa. Ketika timbal telah berada di dalam aliran darah, timbal akan di distribusikan ke tiga komponen yaitu darah, jaringan mineral, dan jaringan lunak. Pada saat stres (terutama saat masa kehamilan dan menyusui), tubuh dapat memobilisasi simpanan timbal, sehingga meningkatkan konsentrasi timbal di dalam darah. Waktu paruh timbal dalam darah orang dewasa diperkirakan sekitar 28 hari. Tubuh akan menimbun timbal seumur hidup dan biasanya akan melepaskannya dengan sangat lambat (ATSDR, 2017).

Sistem saraf adalah yang paling sensitif untuk paparan timbal pada anak-anak. Toksisitas timbal dapat mempengaruhi setiap sistem organ. Pada tingkat molekuler, mekanisme toksisitas melibatkan proses biokimiawi. Hal ini termasuk kemampuan timbal untuk menghambat atau meniru aksi kalsium (yang dapat memengaruhi proses yang bergantung pada kalsium atau yang terkait) dan berinteraksi dengan protein (termasuk yang dengan gugus sulfhidril, amina, fosfat, dan karboksil). Afinitas tinggi timbal untuk gugus sulfhidril membuatnya sangat beracun bagi berbagai sistem enzim (ATSDR, 2017).

2.1.4. Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) seperti pada gambar 2.3 merupakan logam berat yang memiliki residu tinggi pada tanaman. Tembaga tercantum dalam tabel periodik periode golongan IB dengan nomor atom 29, massa atom 63,5 dan massa jenis 8,96 g/cm³, memiliki titik didih 2595 °C dan titik leleh 1083°C. Tembaga merupakan logam lentur, mudah dibentuk dan memiliki konduktivitas listrik dan termal yang tinggi. Tembaga memiliki nomor atom 29, isotop (⁶³Cu dan ⁶⁵Cu stabil) terdiri dari kira-kira 69% dari Cu alami (Permatasari, 2018). Sifat fisika tembaga bisa dilihat pada tabel 2.1.



Gambar 2.3 Tembaga (Kurnia, Y, 2018)

Tabel 2.1. Sifat Fisika Logam Cu

Identitas	Keterangan
-----------	------------

Nama	Tembaga
Simbol	Cu
Nomor atom	29
Massa Atom Relatif	63,546 g.mol ⁻¹
Berat Atom	63, 546 g.mol
Titik didih	2595 °C
Titik leleh	1083 °C
Jari- jari atom	1,174 Å
Jari- jari ion Cu ²⁺	0,96 Å
Klasifikasi	Logam transisi
Warna	Kemerahan

(Irianti dkk, 2017).

Tembaga ditemukan pada zaman prasejarah pada 9000 tahun sebelum masehi dan metode pemurnian tembaga (Cu) ditemukan sekitar 5000 tahun sebelum masehi. Tembaga menjadi salah satu pemegang peran penting dalam berbagai proses fisiologi seperti oksidasi, fotosintesis dan metabolisme karbohidrat. Namun Cu pada tanaman harus tetap berada di bawah ambang batas wajar, dikarenakan kelebihan cu pada tanaman dapat mengakibatkan Perubahan DNA, integritas membran sel, respirasi, fotosintesis dan aktivitas enzim yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan mengancam kelangsungan hidup tanaman (Rahman, 2019).

Dalam bentuk logamnya, tembaga berwarna kemerahan, tetapi lebih sering ditemukan terikat pada ion lain, seperti sulfat, sehingga warnanya berbeda dengan logam tembaga murni. Tembaga sulfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O) adalah salah satu bentuk senyawa Cu yang paling umum. Senyawa ini sering digunakan dalam industri, seperti pencelupan tekstil, penyepuhan, pelapisan dan pencucian di industri perak. Selain itu, tembaga sulfat pentahidrat juga banyak digunakan dalam bidang pertanian dan peternakan yaitu sebagai fungisida, algasida, pupuk Cu dan zat pengatur tumbuh hewan. Namun kadar Cu yang tinggi dapat berdampak negatif pada lingkungan biotik dan abiotik. Hal ini dikarenakan Cu termasuk dalam golongan logam berat. Logam berat merupakan unsur permanen dan tidak mudah rusak, sehingga Cu yang masuk ke dalam tanah cenderung terakumulasi dan konsentrasinya terus meningkat (Khairuddin, 2021).

2.1.4.1. Dampak Tembaga (Cu) pada kesehatan.

Paparan Tembaga (Cu) pada manusia dapat terjadi melalui pernapasan, konsumsi makanan maupun minuman, kontak langsung dengan kulit, udara atau air yang terpapar Cu. Orang-orang yang memiliki potensi besar terkena paparan Cu adalah orang yang tinggal dekat dengan pabrik pengolahan tembaga dan pekerja dari pabrik tembaga. Selain residu dari pabrik, penggunaan alat masak berbahan tembaga juga dapat meningkatkan resiko paparan tembaga pada manusia (Ginting, 2017).

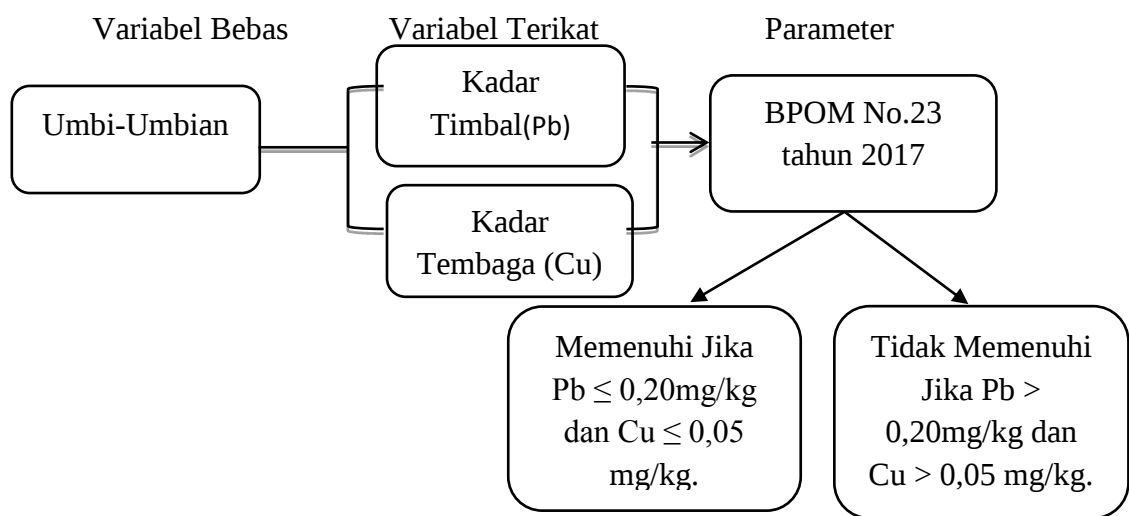
Keracunan tembaga pada manusia memiliki efek buruk pada kesehatan. Keracunan kronis akan menyebabkan penyakit Wilson's, penyakit Wilson's menyebabkan terjadinya proses degeneratif di otak dan sirosis hati. Penyakit lain yang diakibatkan keracunan Cu adalah penyakit paru-paru (vineyard sprayer lung). Dalam studi literatur terdahulu, dilaporkan bahwa keracunan tembaga banyak terjadi pada organ hati, ginjal, limpa, paru-paru, dan usus. Kelebihan tembaga secara kronis menyebabkan penumpukan tembaga didalam hati yang dapat menyebabkan nekrosis hati atau serosis hati. Konsumsi sebanyak 10-15 mg tembaga sehari dapat menimbulkan muntah-muntah (Festy, 2018).

2.1.5. Metode Analisa Kandungan Pb dan Cu

Pada pemeriksaan kandungan Pb dan Cu menggunakan metode kualitatif dan metode kuantitatif. Pemeriksaan kualitatif menggunakan metode kolorimetri. Kolorimetri adalah metode perbandingan menggunakan perbedaan warna. Metode kolorimetri mengukur warna suatu zat sebagai perbandingan. Biasanya cahaya putih digunakan sebagai sumber cahaya untuk membandingkan absorpsi cahaya relatif terhadap suatu zat (Ardiatma dan Surito, 2019). Pada pemeriksaan kuantitatif Pb menggunakan metode gravimetri dan Cu menggunakan metode titrasi iodometri. Metode gravimetri merupakan suatu metode analisis yang didasarkan pada pengukuran berat, yang melibatkan pembentukan, isolasi dan pengukuran berat dari suatu endapan. Tahap awal analisis gravimetri adalah pemisahan komponen yang ingin diketahui dari komponen-komponen lain yang terdapat dalam suatu sampel kemudian dilakukan pengendapan (Vitah, 2020).

Titration iodometry is an indirect process involving iodine, iodine ions, and excess iodide added to an oxidizing agent, which liberates iodine and is then titrated with $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Sodium Tiosulfate). Iodometric titration is a redox titration. The volume of Sodium Tiosulfate used as a titrant is equivalent to the iodine produced as a titrate and equivalent to the amount of sample (Silviana, 2019).

2.2 Kerangka Konsep



2.3 Defenisi Operasional

- Singkong adalah tanaman semusim, tanaman berumbi dengan umbi memanjang, besar dan kecil. Umbi singkong ini mengandung pati yang bervariasi tergantung varietasnya. Singkong dapat dimanfaatkan mulai dari batang, daun, umbi, sampai kulit umbi singkong (Fitriani, H, 2017).
- Timbal merupakan salah satu logam berat yang beracun dan dapat menimbulkan efek buruk bagi tubuh. Paparan timbal dapat menempel pada tubuh dan memicu anemia, kehancuran serius pada jaringan tubuh dan otak (Widodo, 2019).
- Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang memiliki residu tinggi pada tanaman. Tembaga tercantum dalam tabel periodik periode golongan IB

dengan nomor atom 29, massa atom 63,5 dan massa jenis $8,96 \text{ g/cm}^3$, memiliki titik didih 2595°C dan titik leleh 1083°C (Permatasari, 2018).

- d. Peraturan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 23 tahun 2017 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan bahwa ambang batas maksimum untuk sayuran yaitu Pb $0,20 \text{ mg/kg}$ dan Cu $0,05 \text{ mg/kg}$.