

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Logam Kadmium (Cd)

Logam Kadmium (Cd) merupakan logam yang bernomor atom 48 dan massa atom 112,41. Logam ini termasuk dalam logam transisi pada periode V dalam tabel periodik. Logam Cd dikenal sebagai unsur chalcophile, jadi cenderung ditemukan dalam deposit sulfide (Manahan,2001). Kemelimpahan Cd pada kerak bumi adalah 0,13 µg/g. Pada lingkungan akuatik, Cd relatif bersifat mudah berpindah. Cd memasuki lingkungan akuatik terutama dari deposisi atmosferik dan efluen pabrik yang menggunakan logam ini dalam proses kerjanya. Di perairan umumnya Cd hadir dalam bentuk ion-ionnya yang terhidrasi, garam-garam klorida, terkomplekskan dengan ligan anorganik atau membentuk kompleks dengan ligan organik (Weiner,2008).

Cd di sedimen perairan yang tak terkontaminasi berkisar antara 0,1 sampai 1,0µg/g bobot kering. Pada umumnya di air permukaan, baik Cd terlarut maupun partikulatnya secara rutin dapat terdeteksi. Koefisien distribusi Cd partikulat/Cd terlarut pada perairan sungai di dunia berkisar dari 10^4 sampai 10^5 . Fluks input antropogenik secara global per tahun jauh melebihi emisi Cd dari sumber alamiahnya seperti kegiatan gunung berapi, *Windborne soil particles*, garam-garam dari laut dan partikel biogenik sampai dengan satu tingkatan *magnitude* (Csuros and Csuros,2002).

Secara global sumber utama Cd adalah dari deposisi atmosferik, proses smelting dan refining dari logam non ferrous, proses industri terkait produksi

bahan kimia dan metalurgi, serta air buangan limbah domestik. Hanya 15% saja dari deposisi atmosferi yang berasal dari sumber-sumber alamiah. Diperkirakan 1.000 ton Cd dilepaskan per tahun ke atmosfer dari smelters dan pabrik-pabrik yang mengolah Cd. Pelepasan Cd ke dalam perairan alamiah sebagian besar berasal dari industri galvanik, sumber lain polusi Cd adalah industri baterai, pupuk dan fungisida yang mengandung Cd dan Zn juga merupakan sumber potensial polusi kedua logam ini (Allen *et al.*, 1998).

Kadmium (Cd) merupakan logam yang bersifat kronis dan pada manusia biasanya terakumulasi dalam ginjal. Keracunan Cd dalam waktu yang lama membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, kelenjar reproduksi dan ginjal. Logam ini juga bersifat neurotoksin yang menimbulkan dampak rusaknya indera penciuman (Anwar, 1996).

B. Definisi Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* forma *typica*) dan Taksonominya

Pisang adalah tumbuhan yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tumbuhan pisang kemudian menyebar ke Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Iklim tropis yang sesuai serta kondisi tanah yang mengandung humus membuat tumbuhan pisang sangat cocok dan tersebar luas di Indonesia. Saat ini hampir seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah penghasil pisang. Tumbuhan pisang banyak terdapat dan tumbuh di daerah tropis maupun sub tropis (Suyanti dan Supriyadi., 2008)

Pisang merupakan jenis buah yang paling umum ditemui tak hanya di perkotaan tetapi juga di pedesaan. Ada beragam jenis buah pisang salah satunya

adalah pisang kepok. Pisang ini termasuk pisang yang enak setelah diolah. Bentuk buahnya agak pipih sehingga kadang disebut pisang gepeng. Berat per tandan dapat mencapai 14-22 kg dengan jumlah sisir 10-16, setiap sisir terdiri dari 12-20 buah (Napitupulu, 2010).

Taksonomi pisang kepok menurut Satuhu dan Supriyadi (2008) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Class : Liliopsida
Ordo : Zingiberales
Familia : Musaceae
Genus : Musa
Spesies : *Musa paradisiaca* forma *typica*



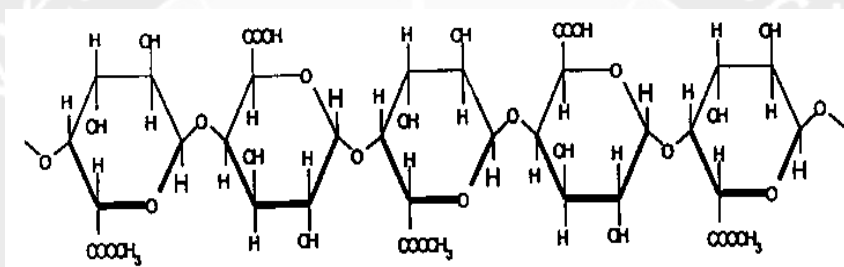
Gambar 1. Pisang Kepok (Satuhu dan Supriyadi., 2008)

Pemanfaatan buah pisang yang besar untuk berbagai jenis makanan akan menghasilkan limbah berupa kulit pisang. Bobot kulit pisang mencapai 40% dari buahnya. Dengan demikian pisang menghasilkan limbah dengan volume yang besar. Kulit buah pisang mengandung pektin yang berkisar antara 0,9% dari berat kering.

C. Pektin

1. Definisi dan struktur pektin.

Menurut Hanum dkk (2012), Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Asam D-galakturonat memiliki struktur yang sama seperti struktur D-galaktosa, perbedaannya terletak pada gugus alkohol primer C6 yang memiliki gugus karboksilat seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur pektin

Pektin juga mengandung komponen non gula khususnya methanol, asam asetat, asam fenolat, dan terkadang gugus amida. Reaksi esterifikasi asam galakturonat dengan methanol atau asam asetat merupakan reaksi yang akan menentukan karakteristik struktur pektin yang dihasilkan. Derajat esterifikasi (*degree of esterification* / DE) pektin menunjukkan persentase gugus karbonyl yang diesterifikasi dengan metanol. Jika lebih dari 50% gugus karboksil dimetilasi, maka pektin yang dihasilkan tergolong *High Methoxyl Pectin* (HMP). Sedangkan jika kurang dari 50% yang dimetilasi, maka disebut *Low Methoxyl Pectin* (LMP) (Kurniasari dkk., 2012).

Pektin pertama kali diisolasi tahun 1825 oleh Heneri Bracannot. Kegunaan utamanya adalah sebagai *gelling agent* dan stabilizer pada

berbagai industri pangan (Srivastava dan Malviya, 2011). Selain dibidang pangan, pektin juga banyak digunakan pada bidang farmasi dan kedokteran misalnya sebagai penggumpal pada terapi darah (Madhav dan Pushpalatha, 2002).

Penggunaan pektin saat ini cukup luas, banyak dibutuhkan dalam industri pangan dan industri non pangan. Pektin dengan kadar metoksil tinggi digunakan untuk pembuatan selai dan jelly dari buah-buahan, kembang gula, pengental minuman dan sirup buah-buahan berkalori rendah serta digunakan dalam emulsi-emulsi flavor dan saus salad sebagai penstabil. Pektin berkadar metoksil rendah biasanya digunakan dalam pembuatan saus salad, pudding, gel buah dalam es krim, selai dan jeli berkalori rendah dan untuk orang yang menghindari gula, serta pektin bermetoksil rendah dapat digunakan sebagai biosorben logam berat(Kurniasari dkk., 2012)

2. Ekstraksi Pektin

Pektin dapat diperoleh dari jaringan tanaman dengan cara ekstraksi. Proses pembuatan pektin ini melalui beberapa tahap yaitu preparasi, ekstraksi, pemisahan, pencucian dan pengeringan. Preparasi (perlakuan pendahuluan) berfungsi menghilangkan kotoran-kotoran, senyawa gula dan bahan terlarut lainnya. Proses preparasi ini juga meliputi penghalusan bahan karena ekstraksi dapat berjalan dengan baik apabila bahan dihaluskan terlebih dahulu. Tahapan ekstraksi merupakan tahap pengeluaran pektin dari jaringan tanaman dengan menggunakan pelarut. Perbandingan jumlah bahan

yang diekstrak dengan larutan akan mempengaruhi jumlah pektin yang dihasilkan. Rasio pelarut bahan kira-kira 3:1 untuk bahan basah atau 12:1 untuk bahan kering (Braverman, 1963 dalam Octaviana, 2012).

Proses pemisahan (Pengendapan) pektin merupakan suatu proses pemisahan pektin dari larutannya. Pektin adalah koloid hidrofilik yang bermuatan negatif (dari gugus karboksil bebas yang terionisasi) dan tidak mempunyai titik isoelektrik seperti kebanyakan koloidal hidrofilik. Pektin lebih utama distabilkan oleh hidrasi partikelnya daripada oleh muatannya. Penambahan etanol dapat mendehidrasi pektin sehingga mengganggu stabilitas larutan koloidalnya dan akhirnya pektin akan terkoagulasi (Rouse, 1997 dalam Hariyanti 2006).

Tahapan pencucian (pemurnian) berfungsi untuk membebaskan pektin dari senyawa yang tidak diinginkan, biasanya pencucian dilakukan 2-3 kali. Suradi (1984) melakukan pencucian pektin dari kulit jeruk dengan alkohol 80% sampai batas klorida. Salah satu tujuan pencucian pektin adalah untuk menghilangkan klorida yang ada pada pektin. Menurut Shi dkk (1996 dalam Lubis 2003) menyatakan bahwa pencucian endapan pektin perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya browning selama proses pengeringan dan mengurangi keasaman pada produk yang dihasilkan. Untuk mengetahui masih ada tidaknya klorida di dalam endapan pektin, maka dapat ditambahkan perak nitrat pada larutan bekas pencucian endapan pektin yang akan membentuk endapan putih (AgCl) apabila bereaksi dengan klorida.

Pengeringan adalah tahap akhir dalam produksi pektin. Pengeringan pektin dilakukan pada suhu kamar, dengan sinar matahari atau oven. Menurut McCready (1965) Pengeringan pektin kulit jeruk dilakukan menggunakan suhu 60°C dibawah tekanan selama 16 jam. Sunarmani dkk (1999) melakukan pengeringan pektin pada suhu 50°C-60°C selama 6-7 jam dengan menggunakan pengeringan vakum.

D. Mekanisme Daya Serap Pektin

Pektin terdapat di seluruh jaringan tumbuhan terutama pada buah. Pektin memiliki kemampuan sebagai antidotum untuk pertama kali ditemukan pada tahun 1951, dan pada tahun 1952 dibuktikan secara *in vivo* terhadap penyerapan strontium dalam jaringan gastrointestinal. Strontium 0,1% yang terdapat dalam darah setelah diberikan pektin berkurang dalam waktu 24 jam. Pengikatan logam oleh pektin karena adanya gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas terhadap kation logam seperti gugus karboksilat dan hidroksi yang terdapat pada polimer pektin, sehingga kation logam dapat tertarik dan berikatan membentuk kompleks pektin dan logam (Endress, 1991 dalam Lubis, 2003).

Gugus karboksilat dari pektin mampu bereaksi dengan ion-ion logam berat untuk membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air dan dapat bereaksi dengan feses. Derajat esterifikasi sangat mempengaruhi reaktivitas pektin terhadap ion logam berat. Pektin didalam larutan berkumpul dan membentuk kantung-kantung yang dimana kantung tersebut dapat membentuk kompleks dengan kation logam (Kupchik dkk., 2005). Wong dkk (2008) menyatakan bahwa

daya serap pektin dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi pektin tersebut. Kelarutan pektin akan meningkat dengan derajat esterifikasi dan turunnya berat molekul. Semakin mudah pektin larut dalam air maka akan semakin mudah untuk mengendapkannya dengan suatu elektrolit.

Waktu penyerapan atau waktu interaksi ion logam dan adsorben merupakan parameter penting untuk mengetahui kecepatan reaksi adsorpsi. Waktu interaksi antara ion logam dan adsorben akan mempengaruhi jumlah ion logam yang terikat pada adsorben, dimana semakin lama waktu interaksi, jumlah ion logam yang teradsorpsi juga semakin banyak (Krismastuti dkk., 2008).

E. Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom atau AAS adalah salah satu metode spektroskopi yang sangat berguna untuk menganalisis kadar logam dalam jumlah renik/kecil. Metode AAS dapat digunakan untuk menganalisis unsur-unsur logam pada konsentrasi dari kuantitas trans (renik) sampai kualitas makro. Metode ini mampu menganalisis kadar logam dalam berbagai pelarut. Prinsip kerja AAS adalah pengukuran intensitas yang diserap sampel yang harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang berada dalam keadaan dasarnya dan diukur pada panjang gelombang tertentu (Rochman, 2001).

Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan dengan cara membandingkan absorbansi (A) larutan sampel dengan absorbansi larutan standar yang diketahui konsentrasinya. Selanjutnya dibuat kurva kalibrasi yaitu grafik hubungan antara absorbansi (A) terhadap konsentrasi larutan standar yang berupa garis lurus.

Larutan sampel diukur absorbansinya, kemudian diplot pada kurva kalibrasi tersebut. Dengan demikian konsentrasi substrat dapat ditentukan (Rochman, 2001).

F. Hipotesis

1. Pektin kulit buah pisang kepok memiliki daya serap terhadap logam kadmium.
2. Berat pektin kulit pisang kepok dan lama waktu remediasi berpengaruh positif dengan kecepatan remediasi.