

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Logam Timbal (Pb)

Logam berat dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui air minum yang di konsumsi ataupun melalui rantai makanan akuatik (15). Logam Pb diklasifikasikan oleh U.S. *Environmental Protection Agency* sebagai senyawa yang sangat beracun atau bersifat karsinogen bagi manusia karena senyawa Pb bukan senyawa yang dibutuhkan oleh organisme dan system biologis organisme. Pb dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui jalur pernapasan dan oral (16). Timbal merupakan padatan logam putih abu-abu keperakan-putih yang lembut dengan titik leleh 327,43°C dan titik didih 1740°C. Warna timbal dapat memudar ketika terkena paparan udara. Timbal sangat lunak dan mudah ditempa, mudahdicairkan, dicetak, digulung dan diekstrusi (17).

Penggunaan timbal yang luas sebagian besar disebabkan oleh titik lelehnya yang rendah dan ketahanannya terhadap korosi yang sangat baik di lingkungan. Ketika terpapar udara dan air, terbentuk lapisan timbal sulfat, timbal oksida, dan timbal karbonat. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung yang memperlambat atau mencegah korosi (18). Senyawa timbal juga digunakan dalam pembuatan korek api, amunisi, kembang api, bahan peledak, keramik, penghambat api untuk plastik dan sebagai katalis untuk produksi industri dan bahan pengawet epoksi (17).

Timbal memiliki dua jenis yaitu timbal organik dan timbal anorganik. Timbal organik merupakan jenis timbal yang sangat berbahaya (lebih berbahaya

dari timbal anorganik) karena dapat diserap melalui kulit dan sangat beracun bagi otak dan system saraf pusat. Tetraethyl dan timbal tetramethyl adalah bentuk timbal organik yang digunakan dalam bahan bakar yang mengandung timbal untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar tersebut. Pembakaran timbal organic ketika ditambahkan ke bensin sebagai tambahan bahan bakar akan menghasilkan pelepasan timbal ke atmosfer. Namun demikian, penggunaan timbal dalam bahan bakar telah dilarang sejak tahun 1996. Timbal anorganik adalah bentuk timbal yang paling banyak ditemukan pada disekitar lingkungan pada saat ini. Timbal jenis ini biasanya ditemukan pada cat, tanah, debu, kosmetik, mainan anak-anak dan berbagai produk konsumen. Warnanya bervariasi, tergantung pada bentuk kimianya, bentuk yang paling umum untuk timbal jenis ini adalah timbal putih (senyawa timbal karbonat), timbal kuning (timbal kromat, timbal monoksida) atau timbal merah (timbal tetraoksida) (19).

Penyebaran timbal di lingkungan sebagian besar disebabkan dari hasil kegiatan antropogenik. Sumber timbal antropogenik meliputi penambangan dan peleburan bijih, pembuatan produk yang mengandung timah, pembakaran batu bara dan minyak, dan pembakaran limbah. Senyawa timbal di lingkungan dapat diubah menjadi senyawa timbal lainnya. Namun demikian, timbal adalah unsure kimia yang tidak bias dihancurkan. Karena timbal tidak mengalami degradasi, penggunaan sebelumnya terhadap timbal dapat mempengaruhi konsentrasi timbal yang lebih tinggi di lingkungan (19).

2.1.1 Keberadaan logam Timbal (Pb)

Secara alamiah logam Pb dapat berada di dalam badan air dan dapat muncul akibat aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Meningkatnya konsentrasi

Pb di air dapat diakibatkan oleh limbah-limbah yang dihasilkan oleh industri-industri di sekitar sungai yang menggunakan Pb dalam proses produksinya (4). Sebanyak kurang lebih 95% logam Pb yang terdapat di samudera terbawa oleh air sungai melalui sedimen. Logam Pb cenderung larut di dalam air dengan $\text{pH} < 5$. Logam berat Pb adalah logam berat yang memiliki sifat toksik bagi ikan dan banyak terdapat di perairan (4).

Kelarutan senyawa timbal di dalam air dapat dipengaruhi oleh pH, kesadahan, salinitas, dan keberadaan bahan humat. Kelarutan timbal yang paling tinggi terjadi pada kondisi air lunak dan asam. Timbal sangat mudah teradsorpsi ke dalam tanah. Umumnya timbal tertahan di lapisan tanah bagian atas dan tidak dapat larut kebagian lapisan tanah yang lebih dalam dan air tanah. Tumbuhan dan hewan dapat mengakumulasi timbal, tetapi timbal tidak mengalami biomagnifikasi dalam rantai makanan akuatik atau rantai makanan terrestrial (19).

Timbal dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain melalui saluran air sebagai ion yang kompleks dan ion yang larut. Transportasi ini sebagian besar dikendalikan oleh pertukaran timbal dengan sedimen dan sifat serta ukuran partikel di permukaan perairan. Waktu tinggal rata-rata partikel biologis yang mengandung timbal telah diperkirakan dua hingga lima tahun (20).

Kadar logam berat di air dapat dipengaruhi oleh kadar logam di sedimen. Kadar logam dalam sedimen permukaan lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini terjadi karena logam berat mengalami proses pengenceran dalam air dan terendapkan sehingga terjadi akumulasi dalam sedimen. Rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tidak berdampak negative terhadap perairan (21).

2.1.2 Sumber pencemaran Timbal (Pb)

Pencemaran lingkungan oleh timbal kebanyakan berasal dari aktivitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Timbal digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Sumber potensial pajanan timbal dapat bervariasi diberbagai lokasi (22).

Manusia menyerap timbal melalui udara, debu, air dan makanan. Salah satu penyebab kehadiran timbal adalah pencemaran udara. Yaitu akibat kegiatan transportasi darat yang menghasilkan bahan pencemar seperti gas CO₂, NO_x, hidrokarbon, SO₂, dan tetraethyllead, yang merupakan bahan logam timah hitam (timbal) yang ditambahkan kedalam bahan bakar berkualitas rendah untuk menaikkan nilai oktan.

1. Timbal dari lingkungan alam

Secara alamiah timbal terdapat pada bebatuan alam dan tanah yang ada di dalam kerak bumi. Timbal tidak terdegradasi atau rusak, tapi senyawanya dapat berubah ketika terkena sinar matahari, udara dan air.

2. Timbal dalam bahan bakar kendaraan bermotor

Senyawa Pb-organik seperti Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil banyak digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar minyak untuk meningkatkan angka oktan secara ekonomi dan merupakan bagian terbesar dari seluruh emisi Pb ke atmosfer. Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil berbentuk larutan dengan titik didih masing-masing 110°C dan 200°C. Karena daya penguapan kedua senyawa tersebut lebih rendah dibandingkan dengan unsur-unsur lain dalam bahan bakar minyak, maka penguapan bahan bakar minyak akan cenderung memekatkan kadar Pb-tetraetil

dan Pb-tetrametil. Kedua senyawa ini akan terdekomposisi pada titik didihnya dengan adanya sinar matahari dan senyawa kimia lain di udara seperti senyawa halogen asam atau oksidator.

Emisi timbal masuk kedalam lapisan atmosfer bumi dan dapat berbentuk gas dan partikel. Emisi timbal yang masuk dalam bentuk gas terutama berkaitan sekali berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan, yang berasal dari senyawa tetrametil-Pb dan tetril-Pb yang selalu ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai anti knock pada mesin-mesin kendaraan. Musnahnya timbal (Pb) dalam peristiwa pembakaran pada mesin yang menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi. Berdasarkan estimasi sekitar 80–90% Pb di udara ambient berasal dari pembakaran bensin tidak sama antara satu tempat dengan tempat lain karena tergantung pada kepadatan kendaraan bermotor dan efisiensi upaya untuk mereduksi kandungan Pb pada bensin.

3. Timbal dari industri-industri kimia

Salah satu sumber penyebab pencemaran timbal adalah penggunaan timbal pada industri-industri, seperti pada proses *lead-acid batteries* (proses daur ulang baterai) atau industri yang memproduksi kawat/pipa timbal, dan industry pengecoran logam. Masyarakat yang tinggal di dekat industri yang memproses timbal seperti peleburan timbal (smelter), memiliki kadar timbal dalam darah sangat tinggi (22).

2.2 Tinjauan tentang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

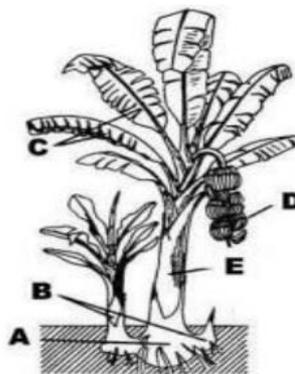
2.2.1 Taksonomi pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

Pisang kapok termasuk kedalam family *Musaceae* yang berasal dari India Selatan. Klasifikasi taksonomi pisang kapok adalah sebagai berikut (29, 30):

- Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
 Division : *Magnoliophyta* (Tumbuhan Berbunga)
 Classis : *Liliopsida* (Berkeping Satu/Monokotil)
 Order : *Zingiberales*
 Family : *Musaceae* (Suku Pisang-pisangan)
 Genus : *Musa*
 Species : *Musa paradisiaca*

2.2.2 Morfologi pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

Tanaman pisang kapok merupakan tanaman herba tahunan yang mempunyai system perakaran dan batang dibawah tanah dimana tanaman ini hanya berbuah sekali (monokarpik), dan kemudian mati (25). Secara normal, bagian-bagian dari tanaman pisang kepok (*Musa paradisiaca*) meliputi batang, anakan, daun, serta buah yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagian-bagian tanaman pisang (*Musa paradisiaca*).

Keterangan : (A) Batang Pisang yang berada di bawah tanah; (B) Anakan pisang; (C) Daun Pisang; (D) Beberapa sisir buah pisang dalam satu tandan; (E) Batang semu (26)

Pohon pisang memiliki akar yang rimpang dan berpangkal pada umbi batang. Akar terbanyak berada di bagian bawah tanah sampai kedalaman 75-150 cm, sedangkan akar yang berada di bagian samping umbi batang tumbuh kesamping atau mendatar. Dalam perkembangannya, akar tanaman pisang kapok dapat tumbuh mencapai 4-5 meter (27).

Batang tanaman pisang kapok merupakan batang semu yang terdiri dari lembaran daun pisang yang saling tumpang tindih dengan daun baru yang akhirnya muncul bunga di bagian tengah batang. Dengan tinggi rata-rata 221,77 cm dan diameter rata-rata 39,93 cm, batang semu tanaman pisang kapok berbentuk kerucut silindris dan berwarna hijau lumut tua dengan bercak berwarna merah tua (25).

Daun pada tanaman pisang disusun oleh tiga komponen yaitu pelepah daun (vagina), tangkai daun (petiolus), dan lembar daun (lamina) (26). Daun yang paling muda atau baru saja tumbuh muncul pada bagian tengah batang, sedangkan daun yang sudah tua terdesak keluar membentuk mahkota daun (28). Permukaan daun pada tanaman pisang kapok tampak mengkilat dengan pangkal daun yang membulat pada kedua sisinya, sedangkan punggung daunnya berwarna hijau kekuningan (29).

Perkembangan pada buah pisang terjadi tanpa pembuahan (parteno karpi) dan tidak mengandung biji. Panjang buah pisang kepok rata-rata ≤ 15 cm dan lebarnya berkisar antara 2,5-5 cm. Bentuk buahnya lurus dan ujung buahnya meruncing dengan permukaan tangkai buah yang berbulu. Kulit buah pisang

kepok yang masih muda berwarna hijau tua sedangkan yang sudah matang berwarna kuning keemasan (25).



Gambar 2.2 Pisang Kepok (30)

2.2.3 Kulit pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bias dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan (31).

Kandungan kimia pada kulit pisang juga tidak kalah dengan buahnya. Kulit pisang kaya akan pati (3%), protein kasar (6-9%), lemak kasar (3,8-11%), seratmakanan total (43,2-49,7%), serta asam lemak ganda tak jenuh (PUFA) terutama asam linoleat dan α -linoleat, pektin, asam amino essensial (leusin, valin, fenilalanin, dan treonin), dan juga berbagai mikro nutrien (K, P, Ca, Mg)(32).

Kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) memiliki komposisi banyak mengandung air sebesar 73,60% dan karbohidrat sebesar 11,48% (33). Kulit pisang kapok mengandung selulosa sebesar 17,04% (34). Selain itu dalam 10

gram kulit pisang kepok juga mengandung zat pectin sebesar 52,1% (35). Zat pektin dan selulosa dapat digunakan sebagai adsorben logam berat timbal (Pb) maupun lainnya yang terdapat pada limbah cair. Zat pectin mengandung asam *galacturonic* yang berfungsi untuk mengikat ion logam yang merupakan gugus fungsi gula karboksil (-COOH). Selulosa yang terkandung juga memiliki kemampuan mengikat ion logam yang terdapat di dalam air (36).

2.3 Tinjauan tentang Pisang Klutuk (*Musa balbisiana* Colla)

2.3.1 Taksonomi pisang Klutuk (*Musa balbisiana* Colla)

Klasifikasi dari pisang klutuk menurut Borborah dkk. (2016) adalah sebagai berikut (37):

| | |
|------------|--------------------------------|
| Kerajaan | : Plantae |
| Divisi | : Angiospermae |
| Kelas | : Scitaminae |
| Bangsa | : Zingiberales |
| Suku | : Musaceae |
| Marga | : <i>Musa</i> |
| Jenis | : <i>Musa balbisiana</i> Colla |
| Nama Lokal | : Pisang Batu, Pisang Klutuk |

2.3.2 Morfologi pisang Klutuk

Pisang klutuk merupakan tanaman pisang kelas rendah yang memiliki daun yang tebal karena memiliki lapisan lilin yang cukup tebal sehingga sering digunakan untuk membungkus makanan. Selain memiliki daun yang tebal, tanaman ini juga memiliki kulit yang keras dan tebal (38). Meskipun rasanya

manis dan aromanya harum, buah pisang klutuk yang sudah masak tidak dapat dikonsumsi langsung dalam bentuk segar (39).

Pisang klutuk termasuk jenis pisang liar karena banyak menyebar di pinggir-pinggir hutan, sungai dan tepi jurang (39,40). Meskipun jenis pisang liar, tanaman pisang klutuk memiliki banyak manfaat. Sholikhah dan Ngatidjan telah melakukan penelitian terhadap tikus dan menyatakan bahwa tanaman pisang klutuk memiliki efek mengurangi sekresi asam lambung. Pisang klutuk mentah juga sering digunakan sebagai obat untuk dispepsia non spesifik (39). Masyarakat yang berada di provinsi Sumatera Utara memanfaatkan buah pisang klutuk mentah sebagai campuran bumbu rujak dan obat tradisional. Bagian pisang klutuk yang dapat digunakan sebagai obat tradisional adalah buah dan bonggol batang pisang klutuk (39).

Pisang klutuk memiliki batang semu yang tinggi, kekar dan daunnya lebih tebal dibandingkan jenis pisang turunan *Musa acuminata*. Tanaman ini memiliki tinggi ± 3 meter dengan lingkar batang 60-70 cm. Batang pisang klutuk berwarna hijau dengan atau tanpa bercak cokelat kehitaman. Saluran pelepah daunnya menutup, dengan panjang daun sekitar 60-200 cm dan memiliki lapisan lilin sehingga tidak mudah sobek. Panjang tandan buah pisang klutuk bias mencapai 80-100 cm. Jantungnya agak membulat, kelopak luar berwarna ungu dan sebelah dalamnya berwarna merah. Tiap tandan terdiri dari 5-7 sisir dan tiap sisir terdiri dari 12-18 buah yang tersusun rapat dan berpenampang segi tiga atau segi empat. Warna daging buah pisang klutuk yang sudah masak adalah putih kekuningan dan memiliki rasa yang manis dan aroma yang harum (40).

2.4 Asam Nitrat (HNO_3)

Asam Nitrat (HNO_3), yang juga dikenal sebagai *aqua fortis*, hidrogen nitrat, ataupun nitril hidoksida. Dikarenakan sifat asam dan pengoksidasinya yang sangat kuat, asam nitrat umumnya digunakan pada proses pembuatan banyak bahan-bahan kimia, seperti obat-obatan, bahan pewarna, serat sintetik, insektisida dan fungisida, namun umumnya juga banyak digunakan pada pembuatan ammonium nitrat pada industri pupuk (41).

Tabel2.1 Sifat-sifat fisis asam nitrat (41)

| | |
|---------------|-------------------|
| Rumus Molekul | HNO_3 |
| Berat molekul | 63,02 g/mol |
| Titik didih | 86°C pada 1 atm |
| Titik beku | - 42°C pada 1 atm |
| Bentuk | Cair |
| Warna | Putih |
| Densitas | 1,502 g/ml |

Seperti halnya asam pada kebanyakan, asam nitrat bereaksi dengan basa, oksida basa, dan karbonat untuk membentuk garam. Namun, dikarenakan sifatnya sebagai pengoksidasi, asam nitrat tidak selalu bereaksi seperti asam pada umumnya. Asam nitrat sangat larut dalam air (41).

2.5 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen (42).

Larutan NaOH sangat basa dan biasanya digunakan untuk reaksi dengan asam lemah, dimana asam lemah seperti natrium karbonat tidak efektif. NaOH

tidak bias terbakar meskipun reaksinya dengan metal amfoter seperti aluminium, timah, seng menghasilkan gas nitrogen yang bias menimbulkan ledakan. NaOH juga digunakan untuk mengendapkan logam berat dan dalam mengontrol keasaman air (42).

2.6 Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat atau sulphuric acid adalah asam mineral kuat tak berwarna dengan sifat korosif yang tinggi. Asam sulfat dapat larut dalam air dalam berbagai perbandingan. Asam sulfat sangat berbahaya bila terkena jaringan kulit karena sifatnya yang korosif, dan dengan sifatnya sebagai penarik air yang kuat (pendehidrasi) akan menimbulkan luka seperti luka bakar pada jaringan kulit. Semakin tinggi konsentrasi asam sulfat semakin bertambah bahayanya. Walaupun asam sulfat tersebut encer, akan tetap mampu mendehidrasi kertas jika tetesan asam sulfat dibiarkan di kertas dalam waktu lama (43).

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton dengan nilai perdagangan seharga US\$ 8 juta. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan penggilingan minyak (43).

Asam sulfat murni yang tidak diencerkan tidak dapat ditemukan secara alami di bumi karena sifatnya higroskopis. Walaupun demikian, asam sulfat merupakan komponen utama hujan asam yang terjadi karena oksidasi sulphur dioksida di atmosfer dengan keberadaan air (oksidasi asam sulfit). Sulfur dioksida

adalah produk sampingan utama dari pembakaran bahan bakar seperti batu bara dan minyak yang mengandung sulfur (belerang) (43).

Asam sulfat 98% lebih stabil untuk disimpan dan merupakan bentuk asam sulfat yang paling umum. Asam sulfat 98% umumnya disebut sebagai asam sulfat pekat. Terdapat berbagai jenis konsentrasi asam sulfat yang digunakan untuk berbagai keperluan (43):

- 10%, asam sulfat encer untuk keperluan laboratorium
- 33,53%, asam baterai
- 62,18%, asam bilik atau asam pupuk
- 73,61%, asam menara atau asam glover
- 97%, asam pekat

2.7 Tinjauan tentang Adsorpsi

2.7.1 Pengertian adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Pada Adsorpsi ada yang disebut Adsorben dan Adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (44). Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar dari pada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena

perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih berat dari pada molekul lainnya (45).

2.7.2 Mekanisme adsorpsi

Proses adsorpsi dapat berlangsung jika padatan atau molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul adsorbat, sehingga didalamnya terjadi gaya kohesif atau gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada *interface solid/fluida*. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak terakumulasi/melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptive sedangkan yang terakumulasi/melekat disebut adsorbat (46). Proses adsorpsi menunjukkan dimana molekul akan meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat reaksi kimia dan fisika. Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat antar molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain (47).

2.7.3 Jenis adsorpsi

Berdasarkan kekuatan dalam berinteraksi, adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

- a. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya inter molecular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relative lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul

fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya inter molecular adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri (48).

- b. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama electron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia. Ikatan yang terbentuk antara adsorbat dengan adsorben adalah ikatan kimia dan ikatan itu lebih kuat dari pada adsorpsi fisika (49).

2.7.4 Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi

Dalam proses adsorpsi banyak faktor yang dapat mempengaruhi laju proses adsorpsi dan banyaknya adsorbat yang dapat diserap. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi sebagai berikut.

- a. Agitasi

Agitasi adalah keadaan bergolak atau bias disebut turbulen. Laju proses adsorpsi dikendalikan oleh difusi lapisan dan difusi pori, tergantung pada keadaan larutan, tenang atau bergolak/turbulen (49).

- b. Karakteristik Adsorben

Karakteristik adsorben yang mempengaruhi laju adsorpsi adalah ukuran dan luas permukaan partikel. Semakin kecil adsorben maka laju adsorpsi akan semakin cepat, sementara semakin luas permukaan adsorben maka jumlah partikel adsorbat yang diserapkan semakin banyak (49).

- c. Kelarutan Adsorbat

Proses adsorpsi terjadi saat adsorbat terpisah dari larutan dan menempel di permukaan adsorben. Partikel adsorbat yang terlarut memiliki afinitas yang kuat. Tetapi ada pengecualian, beberapa senyawa yang sedikit larut sulit untuk diserap,

sedangkan ada beberapa senyawa yang sangat larut namun mudah untuk diserap (49).

d. Ukuran Pori Adsorben

Ukuran pori merupakan salah satu factor penting dalam proses adsorpsi, karena senyawa adsorbat harus masuk kedalam pori adsorben. Proses adsorpsi akan lancar apabila ukuran pori dari adsorben cukup besar untuk dapat memasukan adsorbat kedalam pori adsorben. Kebanyakan air limbah mengandung berbagai ukuran partikel adsorbat. Keadaan ini dapat merugikan, karena partikel yang lebih besar akan menghalangi partikel kecil untuk dapat masuk kedalam pori adsorben. Akan tetapi gerakan konstan dari partikel adsorbat dapat mencegah terjadinya penyumbatan. Gerakan partikel kecil yang cepat membuat partikel adsorbat yang lebih kecil akan terdifusi lebih cepat kedalam pori (50).

e. pH

pH memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat proses adsorpsi, disebabkan ion hidrogen dapat menjerap dengan kuat, selain itu pH juga dapat mempengaruhi ionisasi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH rendah, sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH tinggi. Nilai optimum pH bias ditentukan dengan melakukan pengujian di laboratorium (50).

f. Temperatur

Temperatur dapat mempengaruhi laju adsorpsi. Laju adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya temperatur, begitu pula sebaliknya. Proses

adsorpsi merupakan proses eksotermik, maka derajat adsorpsi akan meningkat saat temperatur rendah dan turun pada temperatur tinggi (50).

g. Waktu Kontak

Waktu kontak mempengaruhi banyaknya adsorbat yang terserap, disebabkan perbedaan kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat berbedabeda(51). Kondisi ekuilibrium akan dicapai pada waktu yang tidak lebih dari 150 menit, setelah waktu itu jumlah adsorbat yang terserap tidak signifikan berubah terhadap waktu (52).

2.7.5 Metode adsorpsi

Metode adsorpsi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu statis (*batch*) dan dinamis (kolom) (53).

- a. Cara statis (*batch*) yaitu memasukan larutan dengan komponen yang diinginkan kedalam wadah berisi adsorben, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Kemudian dipisahkan dengan cara penyaringan atau dekantasi. Komponen yang telah terikat pada adsorben dilepaskan kembali dengan melarutkan adsorben dalam pelarut tertentu dan volumenya lebih kecil dari volume larutan mula-mula.
- b. Cara dinamis (kolom) yaitu memasukan larutan dengan komponen yang diinginkan kedalam wadah berisi adsorben, selanjutnya komponen yang telah terserap dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut (efluen) sesuai yang volumenya lebih kecil.

2.8 Aktivasi Adsorben

Aktivasi adsorben dapat dilakukan dengan aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik

dengan bantuan panas, uap dan CO_2 (53). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbondioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor yang ada pada adsorben. Kenaikan temperature aktivasi pada kisaran 450°C - 700°C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari adsorben (54).

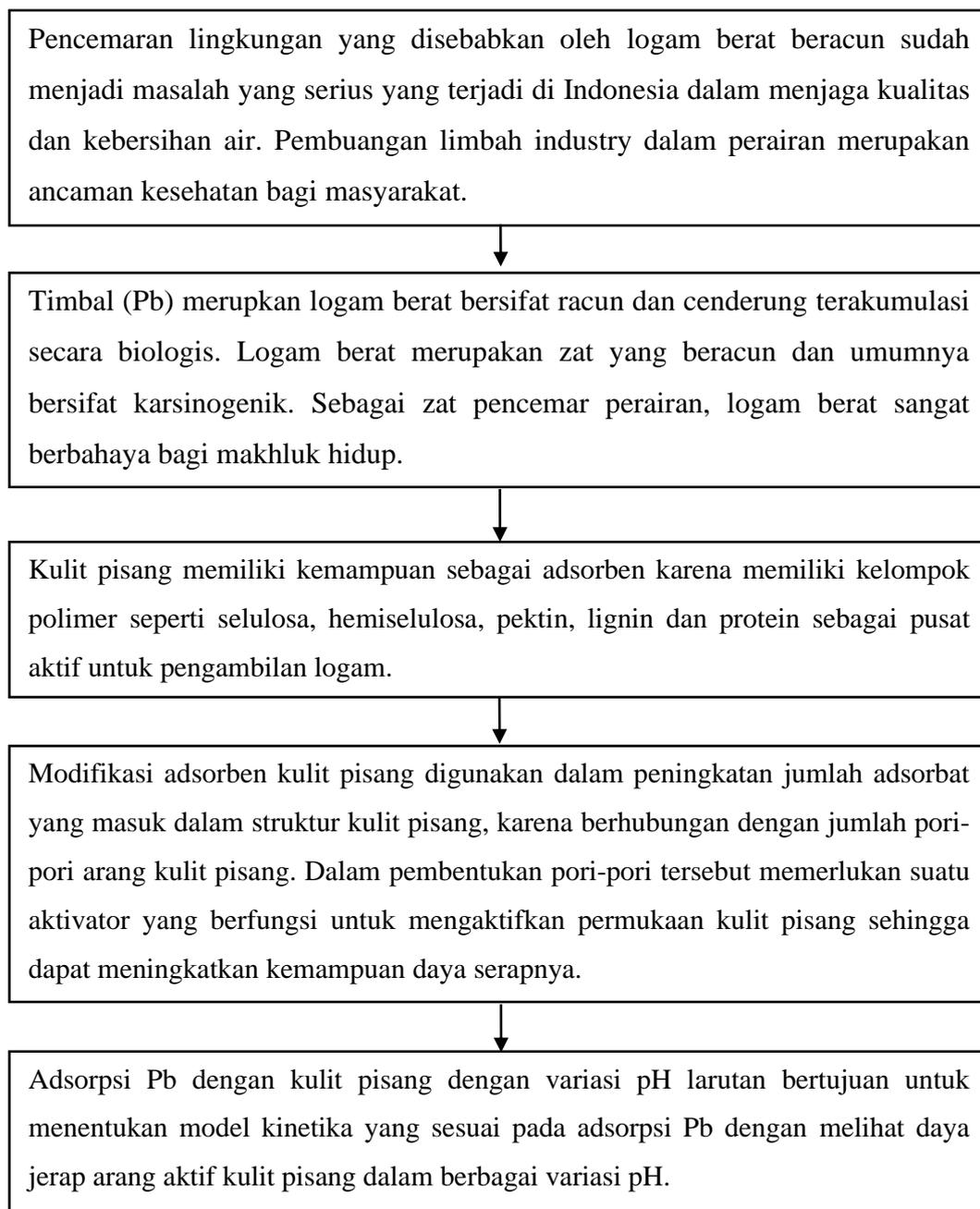
Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (53). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (55).

2.9 Biosorpsi

Biosorpsi merupakan kemampuan material biologi untuk mengakumulasi logam berat. Proses biosorpsi ini dapat terjadi karena adanya material biologi yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat sehingga mudah terikat pada biosorben. Mikroorganisme seperti ganggang, bakteri, ragi, jamur, dan daun tumbuhan dapat digunakan sebagai

biosorben untuk menyerap logam berat dari hasil buangan industri (55). Hasil-hasil penelitian tentang biosorpsi logam berat menunjukkan kapasitas pengikatan dari biomassa tertentu sebanding dengan resin penukar kation sintetik komersil (56). Proses biosorpsi terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion dimana ion monovalen dan divalent seperti Na, Mg dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, tiol, hidroksil, fosfat dan hidroksil-karbonil yang berada pada dinding sel (57).

2.10 KerangkaKonseptual



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rentang Tahun Publikasi Artikel

Artikel yang digunakan adalah artikel dengan rentang tahun 2012-2017.

3.2 Jumlah dan Identitas Publikasi yang Diresume

Artikel yang digunakan dalam penelitian ini (resume artikel) adalah tiga artikel jurnal nasional dan dua artikel jurnal internasional.

1. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb

(II) (58)

Penulis : Metta Sylviana Dewi, Eko Budi Susatyo dan
Endang Susilaningsih

Nama Jurnal : Indo. J. Chem. Sci.

Tahun : 2015

Nomor dan Volume : No. 4 Vol. 2

Halaman : 228-233

Nomor ISSN : 2252-6951

2. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang

Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH (59)

Penulis : Darmayanti, Nurdin Rahman, Supriadi

Nama Jurnal : Jurnal Akademika Kimia

Tahun : 2012

Nomor dan Volume : No. 4, Vol. 1

Halaman : 159-165

Nomor ISSN : 2477-5185

3. Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode *Batch* (60)

Penulis : Chessia Nodifa Putri, Edi Nasra

Nama Jurnal : *Journal of RESIDU*

Tahun : 2019

Nomor dan Volume : -

Halaman : 122-126

Nomor ISSN : 2598-8131

4. *Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder* (61)

Penulis : Rosliza Mohd Salim, Ahmed Jalal Khan
Chowdhury, Ruzaina Rayathulhan,
Kamaruzzaman Yunus & Md. Zaidatul Islam
Sarkar

Nama Jurnal : *Desalination and Water Treatment*

Tahun : 2015

Nomor dan Volume : No. 1, Vol. 57

Halaman : 1-12

Nomor ISSN : 1944-3994 (print)1944-3986 (online)

5. *Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study*(62)

Penulis : Felicia O. Afolabi, Paul Musonge, Babatunde F.
Bakare
Nama Jurnal : Pol. J. Environ. Stud.
Tahun : 2021
Nomor dan Volume : No. 2, Vol. 30
Halaman : 1487-1496
Nomor ISSN : DOI: 10.15244/pjoes/122449

3.3 Metode Pencarian Sumber

3.3.1 Keywords

1. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II)

Keywords: Arang aktif, Kulit pisang raja, Ion Pb(II), Adsorpsi.

2. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH

Keywords: Adsorption, biological activated charcoal of kapok banana peel, Pb and Zn metal

3. Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode *Batch*

Keywords: Biosorpsi, Logam Pb, Logam Cd, Kulit Pisang

4. *Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder*

Keywords: Banana Peel; Heavy Metals; Adsorption; Kinetics; Isotherm

5. *Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study*

Keywords: Banana peel, Biosorption, Lead removal, Optimization, Response surface methodology

3.3.2 Faktor Inklusi dan Eksklusi

1. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II)

Faktor Inklusi : Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang raja, variasi pH, aktivasi menggunakan H₂SO₄

Faktor Eksklusi : Konsentrasi aktivator H₂SO₄ dan waktu kontak

2. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH

Faktor Inklusi : Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang kepok, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH

Faktor Eksklusi : Adsorpsi logam seng dan variasi waktu kontak

3. Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode *Batch*

Faktor Inklusi : Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang klutuk, variasi pH, aktivasi menggunakan HNO₃

Faktor Eksklusi : Adsorpsi logam kadmium

4. *Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder*

Faktor Inklusi : Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang kepok, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH

Faktor Eksklusi : Adsorpsi logam tembaga dan variasi waktu kontak

5. *Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study*

Faktor Inklusi : Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH

Faktor Eksklusi : Konsentrasi adsorben dan ukuran partikel

3.3.3 Data yang Akan Dibahas

1. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II)

Jenis Pengujian : Pengujian menggunakan prosedur analisis. Konsentrasi ion timbal yang terjerap oleh adsorben pada variasi pH larutan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dibandingkan dengan konsentrasi ion logam timbal tanpa adsorpsi.

Data yang akan dibahas : Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum logam Pb.

2. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH

Jenis Pengujian : Pengujian menggunakan prosedur analisis. Konsentrasi ion timbal yang terserap oleh adsorben pada variasi pH larutan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dibandingkan dengan konsentrasi ion logam timbal tanpa adsorpsi.

Data yang akan : Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang dibahas menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum logam Pb.

3. Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode *Batch*

Jenis Pengujian : Pengujian menggunakan prosedur analisis. Konsentrasi ion timbal yang terserap oleh adsorben pada variasi pH larutan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dibandingkan dengan konsentrasi ion logam timbal tanpa adsorpsi.

Data yang akan : Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang dibahas menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum logam Pb.

4. Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder

Jenis Pengujian : Pengujian menggunakan prosedur analisis. Konsentrasi ion timbal yang terserap oleh adsorben pada variasi pH larutan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dibandingkan dengan konsentrasi ion logam timbal tanpa adsorpsi.

Data yang akan : Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang dibahas menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum logam Pb.

5. *Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study*

Jenis Pengujian : Pengujian menggunakan prosedur analisis. Konsentrasi ion timbal yang terserap oleh adsorben pada variasi pH larutan dibandingkan dengan konsentrasi ion logam timbal tanpa adsorpsi.

Data yang akan dibahas : Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan persentase penghapusan maksimum logam Pb.

3.4 Rancangan Analisis Data

Artikel yang dikumpulkan selanjutnya diresume berupa tabel data:

- a. Identitas artikel
- b. Analisa data resume artikel

BAB IV

HASIL PENELITIAN

(Resume Artikel)

4.1 Hasil Pencarian Sumber Pustaka (Artikel)

4.1.1 Identitas Artikel dan Faktor Inklusi/Eksklusi

Tabel 4.1 Identitas Artikel dan Faktor Inklusi/Eksklusi

| No. | Judul Artikel | Penulis | Nama Jurnal (ISSN)/No./Vol./Tahun | Faktor Inklusi | Faktor Eksklusi |
|------------|--|---|--|--|---|
| 1. | Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II) | Metta Sylviana Dewi, Eko budi Susatyo, dan Endang Susilaningsih | Indo. J. Chem. Sci. ISSN: 2252-6952 No. 4 Vol. 2 Tahun 2015 | Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang raja, variasi pH, aktivasi menggunakan H ₂ SO ₄ | Konsentrasi aktivator H ₂ SO ₄ dan waktu kontak |
| 2. | Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH | Darmayanti, Nurdin Rahman, Supriadi | Jurnal Akademika Kimia ISSN: 2477-5185 No. 4, Vol. 1 Tahun: 2012 | Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang kepok, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH | Adsorpsi logam seng dan variasi waktu kontak |
| 3. | Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb ²⁺ dan Cd ²⁺ Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (<i>Musa balbisiana</i> Colla) dengan | Chessia Nodifa Putri, Edi Nasra | Journal of RESIDU ISSN: 2598-8131 No. 21, Vol. 3 Tahun: 2019 | Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang klutuk, variasi pH, aktivasi menggunakan HNO ₃ | Adsorpsi logam kadmium |

| | Metode <i>Batch</i> | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| 4. | Biosorption of <i>Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder</i> | Rosliza Mohd Salim, Ahmed Jalal Khan Chowdhury, Ruzaina Rayathulhan, Kamaruzzaman Yunus, Md Zaidul Islam Sarkar | Desalination and Water Treatment ISSN: 1944-3986 No. 1, Vol. 57 Tahun: 2015 | Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang kepok, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH | Adsorpsi logam tembaga dan variasi waktu kontak |
| 5. | <i>Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study</i> | Felicia O. Afolabi, Paul Musonge, Babatunde F. Bakare | Pol. J. Environ. Stud. DOI: 10.15244/pjoes/122449 No. 2, Vol. 30 Tahun: 2021 | Adsorpsi logam timbal, adsorben kulit pisang, variasi pH, aktivasi menggunakan NaOH | Konsentrasi adsorben dan ukuran partikel |

4.2 Analisa Data Resume Artikel

Tabel 4.2 Analisa data Resume Artikel

| No. | Judul Artikel | Data yang Akan Dibahas | Desain penelitian; Sampel; Variabel; Kondisi Operasi | Hasil Penelitian |
|-----|--|---|--|--|
| 1. | Optimasi pH Terhadap Penyerapan Ion Logam Timbal dengan Menggunakan Biomaterial Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata balbisiana Colla</i>) | Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum logam Pb | Preparasi Adsorben : Preparasi arang aktif kulit pisang raja dilakukan dengan memotong kulit pisang raja kecil-kecil, kemudian mencuci dan dilanjutkan pengeringan dengan sinar matahari. Kulit pisang raja yang telah kering dimasukkan ke dalam drum (alat pembuatan arang) dan dibakar kulit pisang sampai menjadi arang. Arang yang dihasilkan diayak melewati ayakan 100 mesh. Aktivasi arang kulit pisang dilakukan dengan cara | pH optimum terjadi pada pH 4 dengan penyerapan yang diperoleh yaitu 2,3281 mg/g. |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | <p>mencampur 100 g arang ke dalam agen aktivasi H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi H₂SO₄ 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M dalam <i>beaker glass</i> dan diaduk selama 2 jam dengan menggunakan <i>orbital shaker</i> untuk membuat reagen terserap seluruhnya dengan serbuk kulit pisang. Selama pengadukan, <i>beaker glass</i> ditutup dengan aluminium foil untuk mencegah kontaminasi. Selanjutnya serbuk kulit pisang di saring, residu yang diperoleh kemudian dicuci hingga pH netral. Kemudian dikeringkan dengan oven 105°C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam temperatur ruang dan selanjutnya disimpan dalam desikator untuk mencegah kontaminasi.</p> <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb²⁺)</p> <p>Aktivator: H₂SO₄</p> <p>Variabel pH : Variasi pH 3,5; 4,0; 4,5; dan 5,0</p> <p>Kondisi operasi adsorpsi : Parameter penentuan pH optimum adsorpsi ion Pb(II) dilakukan dengan cara mengontakkan 0,3 g arang aktif kulit pisang raja kedalam 50 mL larutan Pb(II) 20 ppm dengan variasi pH 3,5; 4,0; 4,5; dan 5,0. Campuran di aduk</p> | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|----|--|---|---|---|
| | | | dengan <i>orbital shaker</i> selama 40 menit dengan kecepatan putaran 150 rpm. Kemudian campuran disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan AAS. | |
| 2. | Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (<i>Biocharcoal</i>) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH | Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan penyerapan maksimum logam Pb | <p>Preparasi Adsorben : Membersihkan kulit pisang dari sisa-sisa kotoran dengan air bersih, lalu mengeringkan dengan sinar matahari. Selanjutnya memasukkan ke dalam drum (alat pembuatan arang). Kemudian membakar kulit pisang sampai menjadi arang. Setelah menjadi arang, membiarkan dingin hingga terbentuk arang kulit pisang. Berikutnya mengeringkan arang dalam oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan kadar airnya. Selanjutnya menghaluskan arang dengan ukuran 200 mesh. Kemudian mengaktivasi dengan larutan NaOH 0,1 M dengan cara merendam selama 1 jam. Lalu memanaskan kembali dalam furnace pada suhu 100°C. Setelah dingin, kemudian dicuci dengan HCl 0,1 % dan aquades, dan mengeringkan berulang kali hingga diperoleh berat konstan.</p> <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb²⁺)</p> <p>Aktivator: NaOH</p> | pH optimum adsorpsi Pb pada pH 4 dengan konsentrasi logam Pb adalah 19,40 mg/g. |

| | | | | |
|----|--|---|---|--|
| | | | <p>Variabel pH : Variasi pH 2, 3, 4, dan 5</p> <p>Kondisi operasi adsorpsi : Dua puluh lima ml larutan timbal konsentrasi 50 mg/l, kemudian pH diatur sebesar 2, 3, 4, 5, 6 atau sampai keruh untuk larutan timbal dengan menambahkan HNO₃ dan NH₄OH. Kemudian timbal dicampurkan dengan 60 mg arang hayati aktif dalam tabung erlenmeyer 100 ml, selanjutnya ditutup dengan kertas aluminium foil, diikat dengan karet dan dikocok dalam inkubator berputar selama 1 jam. Memisahkan cairan dari adsorben dengan kertas saring Whatman 41. Filtrat ditentukan konsentrasi timbal dan seng dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Perbedaan konsentrasi logam timbal mula-mula atau sebelum dan sesudah perlakuan merupakan jumlah ion logam timbal yang terserap oleh adsorben.</p> | |
| 3. | Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb ²⁺ dan Cd ²⁺ Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (<i>Musa balbisiana</i> Colla) dengan Metode <i>Batch</i> | Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan penyerapan maksimum logam Pb | <p>Preparasi Adsorben : Kulit pisang dibersihkan dari kotoran, dipotong dan dioven pada suhu 60°C selama 2-5 hari. Sampel selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan <i>blender</i> dan diayak dengan ayakan ukuran 150µm-355µm. Kemudian adsorben direndam dengan HNO₃ selama 2 jam, dicuci sampai keadaan</p> | pH optimum yang didapatkan pada logam Pb ²⁺ adalah sebesar 31,63238 mg/g pada pH 5. |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | | | netral. | |
| | | | Logam yang diteliti : Pb ²⁺ | |
| | | | Aktivator: HNO ₃ | |
| | | | Variabel pH : Variasi pH 2, 3, 4, 5, 6 | |
| | | | Kondisi operasi adsorpsi : Tidak dijelaskan kondisi operasi adsorpsi | |
| 4. | Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder | Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan penyerapan maksimum logam Pb | <p>Preparasi Adsorben : Kulit pisang (<i>Musa paradisiaca</i> L.) dikumpulkan dari pasar lokal yang dibudidayakan di Raub, perusahaan Pertanian Pahang. Kulit pisang dicuci bersih dengan air keran untuk menghilangkan kotoran. Kulitnya kemudian dibiarkan kering di bawah sinar matahari selama beberapa hari untuk menghilangkan air. Kemudian kulit pisang tersebut direndam dalam Natrium hidroksida (larutan NaOH) selama 1 jam lalu sampel dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Selanjutnya kulit pisang digiling menjadi bubuk dan diayak dengan saringan berukuran 200 µm dan 400 µm.</p> <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb²⁺)</p> <p>Aktivator: NaOH</p> <p>Variabel pH : Variasi pH 1, 3, 5, 7, dan 9</p> <p>Kondisi operasi adsorpsi :</p> | pH optimum yang didapatkan pada logam Pb ²⁺ adalah sebesar 1,752 mg/g pada pH 7. |

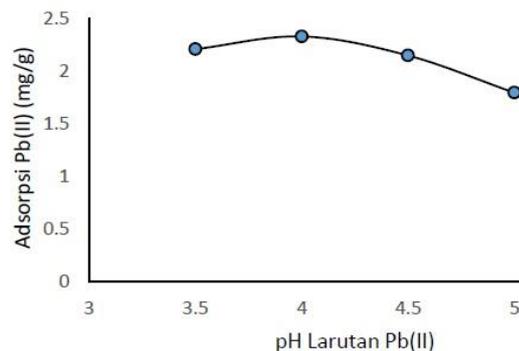
| | | | | |
|----|--|---|--|--|
| | | | <p>Pengaruh pH awal pada kapasitas adsorpsi logam beracun dipelajari dengan menggunakan lima nilai pH yang berbeda (pH 1, 3, 5, 7 dan 9). Larutan asam klorida HCl dan NaOH digunakan untuk memanipulasi tingkat asam dan alkali awal dari lingkungan adsorpsi ketinggian pH yang diinginkan. Serbuk kulit pisang sebanyak 0,5 g dimasukkan kedalam 100 mL larutan logam Pb dengan konsentrasi tetap 10 mg/L dengan kecepatan pengadukan konstan 500 rpm menggunakan pelat pengaduk magnet. Setiap percobaan dijalankan selama satu jam dan larutan disaring menggunakan kertas saring dan corong saring. Filtrat kemudian dianalisis melalui SSA.</p> | |
| 5. | <p>Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banan Peels: Optimizing Study</p> | <p>Variasi pH untuk menentukan pH optimal yang menghasilkan persentase penghapusan maksimum logam Pb.</p> | <p>Preparasi Adsorben : Kulit pisang dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Kulit kering dihancurkan menjadi partikel yang lebih kecil menggunakan penggiling dan kemudian dicuci untuk dihilangkan warna. Kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam dan digiling menggunakan <i>blender</i> kopi untuk mengurangi ukuran partikel. Kulit yang digiling diayak ke</p> | <p>pH optimum yang didapatkan adalah pH 6 dengan persen tasepanghapusan logam timbal sebesar 98,98%.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | <p>dalam ukuran partikel yang berbeda menggunakan pengocok mekanis dan disimpan dalam wadah kedap udara untuk digunakan. Kemudian kulit pisang tersebut direndam dalam natrium hidroksida (larutan NaOH).</p> | |
| | | | <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb^{2+})</p> | |
| | | | <p>Aktivator: NaOH</p> | |
| | | | <p>Variabel pH : Variasi pH 2, 4, 6</p> | |
| | | | <p>Kondisi operasi adsorpsi : Percobaan dilakukan dengan menggunakan labu berbentuk kerucut 250 mL yang berisi 100 mL larutan. pH larutan diatur sesuai dengan variasi dari 2-6, dan sejumlah adsorben ditambahkan kelarutan. Labu berbentuk kerucut diatur dalam pengocok putar pada 180 rpm selama 120 menit. Bagian supernatan dari larutan pertama-tama disaring menggunakan kertas saring <i>grade 5</i> berukuran 2,5 m dan kemudian menggunakan filter sput 0,22 mikron. Sampel kemudian dianalisis menggunakan MP-AES (mikro plasma-spektrofotometer emisi atom).</p> | |

BAB V
PEMBAHASAN
(Resume Artikel)

5.1 Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II)

Penelitian ini mengkaji mengenai adsorpsi ion logam Pb(II) menggunakan arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄. Aktivasi arang kulit pisang dilakukan dengan cara mencampur 100 g arang kedalam agen aktivasi H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi H₂SO₄ 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M. Parameter penentuan pH optimum adsorpsi ion Pb(II) dilakukan dengan cara mengontakkan 0,3 g arang aktif kulit pisang raja kedalam 50 mL larutan Pb(II) 20 ppm dengan variasi pH 3,5; 4,0; 4,5; dan 5,0. Campuran di aduk dengan *orbital shaker* selama 40 menit dengan kecepatan putaran 150 *rpm*. Kemudian campuran disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan SSA.



Gambar 5.1 Hubungan Antara pH Larutan Pb(II) dan Adsorpsi Pb(II) (mg/g)

Gambar 5.1 menunjukkan bahwa pH optimum terjadi pada pH 4 dengan penyerapan yang diperoleh yaitu 2,3281 mg/g. Menurut Kristiyani, *et al.* (2012) yang mengatakan bahwa apabila pH larutan melewati pH optimumnya, yaitu pH

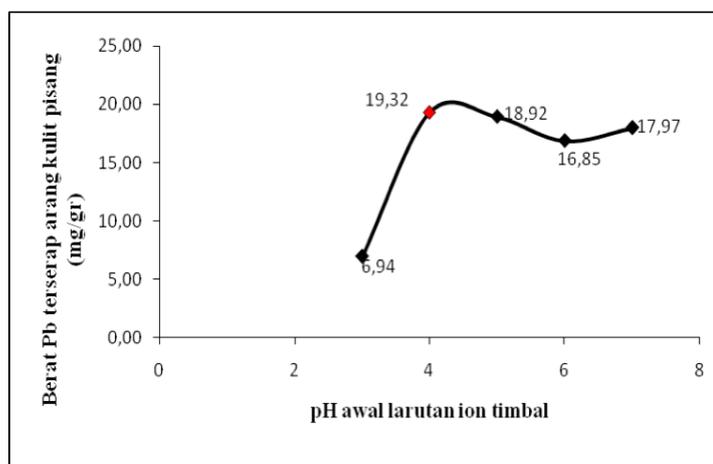
4,5 dan pH 5 penyerapan berkurang karena pada pH yang tinggi terdapat lebih banyak ion OH^- sehingga ion-ion logam mulai mengendap. Penyerapan juga rendah apabila pH terjadi dibawah optimumnya yaitu pH 3,5 karena dengan konsentrasi H^+ yang terlalu tinggi maka dapat menghalangi interaksi antara ion logam dan material tersebut dalam hal ini adalah arang aktif. Jadi, dapat disimpulkan bahwa adsorpsi Pb(II) oleh arang aktif kulit pisang raja mencapai penyerapan optimum pada pH 4 (63).

5.2 Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*Biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH

Penelitian ini meneliti tentang kemampuan arang kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Pb dari larutannya. Arang kulit pisang diaktivasi menggunakan larutan NaOH 0,1 M dengan cara merendam selama 1 jam. Lalu memanaskan kembali dalam furnace pada suhu 100°C . Setelah dingin, kemudian dicuci dengan HCl 0,1 % dan aquades, dan mengeringkan berulang kali hingga diperoleh berat konstan.

Dua puluh lima ml larutan timbal dengan konsentrasi 50 mg/L dibuat dengan mengencerkan larutan induk. Variasi pH diatur sebesar 2, 3, 4, 5 atau sampai keruh dengan menambahkan HNO_3 atau NH_4OH . Kemudian larutan timbal dicampurkan dengan 60 mg arang hayati aktif dalam tabung erlenmeyer 100 ml, selanjutnya ditutup dengan kertas aluminium foil, diikat dengan karet dan dikocok dalam incubator berputar selama 1 jam. Analisis timbal dalam filtrate dilakukan dengan memisahkan cairan dari adsorben dengan kertas saring Whatman 41. Filtrat ditentukan konsentrasi timbal dengan Spektrofotometri

Serapan Atom (SSA). Perbedaan konsentrasi logam timbal mula-mula atau sebelum dan sesudah perlakuan merupakan jumlah ion logam timbal yang terserap oleh adsorben.



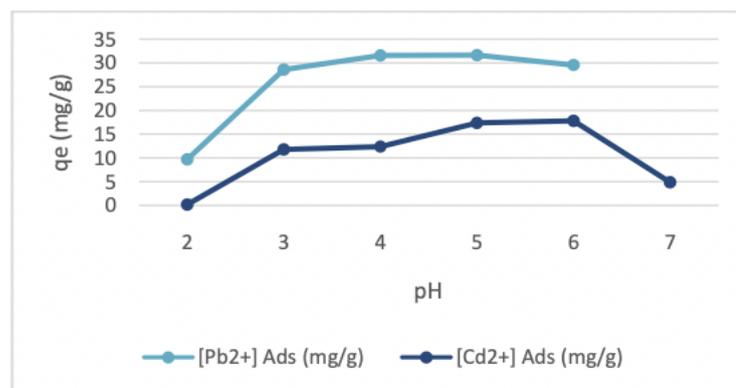
Gambar 5.2 Pengaruh pH Awal Larutan terhadap Adsorpsi Timbal dari Larutannya

Gambar 5.2 menunjukkan bahwa pH optimum terjadi pada pH 4 dengan penyerapan yang diperoleh yaitu 19,32 mg/g. Hasil penelitian untuk pengaruh pH awal dari larutan timbal terhadap kemampuan adsorpsi arang hayati aktif kulit pisang kapok memperlihatkan bahwa adsorpsi logam Pb dipengaruhi oleh pH awal larutan.

Pada Gambar 5.2 terlihat bahwa serapan timbal di pengaruhi oleh pH awal larutan. Pada pH 3 penyerapan timbal sangat kecil, sedangkan pada pH 5 – 7 peningkatan serapan timbal relative tidak terlalu besar hingga terjadi serapan arang hayati aktif kulit pisang kapok yang konstan atau serapan optimum terjadi pada pH 4.

5.3 Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode *Batch*

Penelitian ini meneliti tentang optimasi pH ion logam Pb^{2+} menggunakan biosorben kulit pisang (*Musa balbisiana* Colla). Kulit pisang dibersihkan dari kotoran, dipotong dan dioven pada suhu $60^{\circ}C$ selama 2-5 hari. Sampel selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan *blender* dan diayak dengan ayakan ukuran $150\ \mu m$ - $355\ \mu m$. Kemudian adsorben direndam dengan HNO_3 selama 2 jam, dicuci sampai keadaan netral. Selanjutnya dicuci dengan aquades, lalu dikering anginkan. Variasi pH yang digunakan untuk logam Pb^{2+} adalah 2, 3, 4, 5, 6.



Gambar 5.3 Pengaruh pH Larutan Terhadap Serapan Pb^{2+}

Jika dilihat dari gambar 5.3, pH optimum yang didapatkan pada logam Pb^{2+} adalah sebesar $31,63238\ mg/g$ pada pH 5. Pada pH 2 didapatkan penyerapan yang sangat kecil. Hal ini dikarenakan pada keadaan asam larutan banyak mengandung ion H^+ sehingga terjadi persaingan antara ion logam dan H^+ untuk berkaitan dengan gugus fungsi pada biomassa yang mempunyai muatan negatif sehingga mengakibatkan rendahnya penyerapan logam Pb^{2+} .

5.4 *Biosorption of Pb and Cu from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder*

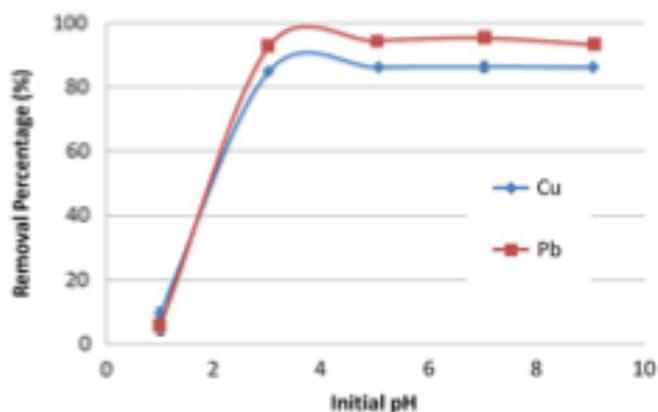
Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan adsorpsi kulit pisang dalam menghilangkan logam berat beracun Pb (timbal). Kulit pisang (*Musa paradisiaca* L.) dikumpulkan dari pasar lokal yang dibudidayakan di Raub, perusahaan Pertanian Pahang. Kulit pisang dicuci bersih dengan air keran untuk menghilangkan kotoran. Kulitnya kemudian dibiarkan kering di bawah sinar matahari selama beberapa hari untuk menghilangkan air. Kemudian kulit pisang tersebut direndam dalam natrium hidroksida (larutan NaOH) selama 1 jam lalu sampel dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Selanjutnya kulit pisang digiling menjadi bubuk dan diayak dengan saringan berukuran 200 µm dan 400 µm.

Pengaruh pH awal pada kapasitas adsorpsi logam beracun dipelajari dengan menggunakan lima nilai pH yang berbeda (pH 1, 3, 5, 7 dan 9). Larutan asam klorida HCl dan NaOH digunakan untuk memanipulasi tingkat asam dan alkali awal dari lingkungan adsorpsi ke tingkat pH yang diinginkan. Serbuk kulit pisang sebanyak 0,5 g dimasukkan kedalam 100 mL masing-masing larutan logam beracun, Pb dan Cu, dengan konsentrasi tetap 10 mg/L dengan kecepatan pengadukan konstan 500 rpm menggunakan pelat pengaduk magnet. Setiap percobaan dijalankan selama satu jam dan larutan disaring menggunakan kertas saring dan corong saring. Filtrat kemudian dianalisis melalui SSA.

Tabel 5.3 Pengaruh pH Awal Terhadap Densitas Adsorpsi

| Logam | pH awal | Kepadatan adsorpsi, q_e (mg/g) \pm SD (%) |
|-------|---------|---|
| Pb | 1,01 | 0,185 \pm 2,6 |
| | 3,02 | 1,648 \pm 6,2 |

| | | |
|--|------|------------------|
| | 5,07 | 1.720 ± 2.2 |
| | 7,02 | $1,752 \pm 0,3$ |
| | 9,05 | $1,742 \pm 0,05$ |



Gambar 5.4 Pengaruh pH Awal Terhadap Persentase Penyisihan Ion Logam Beracun

Dari tabel 5.1, pH optimum yang didapatkan pada logam Pb^{2+} adalah sebesar 1,752 mg/g pada pH 7. Pada pH 1 adsorpsi sangat rendah tetapi melonjak hingga 1,648 mg/g pada pH 3. Kerapatan adsorpsi tertinggi pada pH 7 sebesar 1,752 mg/g. Namun, dapat diamati bahwa hasil dari pH 5 hingga 9 kurang lebih sama. Tampaknya pH pada nilai-nilai ini tidak banyak berpengaruh pada laju adsorpsi. Dari gambar 5.4, dapat dilihat bahwa pH larutan logam Pb meningkat seiring dengan meningkatnya persentase penyisihan logam Pb. Persentase penyisihan Pb tertinggi adalah 92% pada pH 7. Namun, dari pH 5 hingga 9, persentase penyisihan logam toksik tidak jauh berbeda karena hampir konsisten.

5.5 Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimizing Study

Penelitian ini dilakukan untuk meneliti penghilangan Pb(II) dari larutan berair menggunakan kulit pisang dengan variasi pH 2, 4, dan 6. Dari hasil penelitian yang dilakukan, persen pengurangan kadar timbal dalam larutan

terbanyak adalah pada pH 6, yaitu dengan persen pengurangan sebanyak 98,98%. Pada penelitian ini, pH larutan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap persentase penyisihan Pb(II) dalam larutan. pH larutan merupakan parameter yang sangat penting yang mempengaruhi penghilangan logam berat dari larutan berair. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penyisihan Pb(II) maksimum diperoleh pada pH antara 4-5 dengan persentase penyisihan 99,32%.

5.6 Pembahasan Hasil Resume Jurnal

Dari kelima jurnal yang sudah di atas, dapat dilihat bahwa perubahan pH sangat berpengaruh terhadap proses biosorpsi. Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam dalam larutan, karena keberadaan ion H^+ dalam larutan akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain itu pH juga akan mempengaruhi spesies ion yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion dengan situs aktif adsorben (64).

Penggunaan activator asam dan basa berpengaruh terhadap kemampuan karbon aktif menyerap cemaran logam. Hal ini terkait dengan pembentukan abu. Keberadaan abu yang berlebihan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang (65).

Artikel pertama dan kedua menunjukkan hasil yang sama. Pada artikel yang pertama dan kedua, kapasitas penyerapan maksimal terjadi pada pH 4 dan pada artikel ketiga, kapasitas penyerapan maksimal terjadi pada pH 5. Sedangkan pada artikel keempat, kapasitas penyerapan maksimal terjadi pada pH 7, dan pada artikel kelima, kapasitas penyerapan maksimal terjadi pada pH 6.

Secara teoritis, pada pH yang lebih rendah, H^+ bersaing dengan kation logam untuk mendapatkan tempat adsorpsi yang tersedia. Secara bersamaan, pada nilai pH yang sangat tinggi, kation logam akan bereaksi dengan ion hidroksida sehingga mengendap sebagai hidroksida logam. Lebih singkatnya, kenaikan pH akan menurunkan jumlah ion H^+ sehingga ion H^+ yang mengelilingi gugus aktif pada permukaan adsorben berkurang dan gugus aktif mengalami ionisasi sehingga bermuatan negatif (66).

Grafik pada artikel kedua cenderung menurun setelah meningkat tajam pada pH 4. Pada pH 5 – 7 peningkatan serapan timbal relative tidak terlalu besar hingga terjadi serapan arang hayati aktif kulit pisang kepok yang konstan. Pada pH 5 dan 6 jumlah timbal yang teradsorpsi cenderung berkurang. Penurunan tersebut disebabkan karena pada pH yang agak tinggi, timbal mengalami hidrolisis menjadi $PbOH^+$ (67). Timbal terhidrolisis mengurangi muatan positifnya menjadi +1 sehingga interaksinya dengan permukaan arang hayati aktif kulit pisang kapok berkurang. Sedangkan pada pH 7 jumlah timbal yang teradsorpsi cenderung meningkat hal ini disebabkan karena sudah mulai terbentuk spesies $Pb(OH)_2$ yang mengendap. Pengendapan ini akan mempengaruhi interaksi arang hayati aktif kulit pisang kapok dengan ion Pb dalam larutan, dimana semakin banyak ion Pb yang lebih dulu mengendap maka ion Pb di dalam larutan semakin berkurang, sehingga ion Pb yang terserap oleh arang hayati aktif kulit pisang kepokpun juga semakin berkurang, karena kurangnya ion Pb yang tersisa di dalam larutan, maka serapan yang terukur akan meningkat. Meningkatnya serapan ini bukan disebabkan karena penyerapan oleh arang hayati aktif kulit pisang kepok, karena lebih dulu mengendap.

Menurut Huges dan Poole (1990), hubungan antara kemampuan mempolarisasi kation dengan tingkat pembentuk kompleks tidak selalu berbanding lurus. Interaksi ion logam dengan ligan dapat ditinjau dari perbandingan keasaman. Secara umum kation yang bersifat asam kuat akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basakuat, sebaliknya kation yang bersifat asam lemah akan berinteraksi dengan ligan yang bersifat basa lemah (67).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Perubahan pH sangat berpengaruh terhadap proses biosorpsi karena keberadaan ion H^+ dalam larutan akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain itu pH juga akan mempengaruhi spesies ion yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion dengan situs aktif adsorben.

Semakin meningkatnya pH akan meningkatkan adsorpsi timbal hingga mencapai pH optimum. Akan tetapi setelah itu akan mengalami penurunan adsorpsi. Penurunan tersebut disebabkan karena pada pH yang agak tinggi, timbal mengalami hidrolisis.

6.2 Saran

Dari ketiga data resume artikel yang diambil, ada perbedaan jenis pisang yang digunakan sehingga mungkin terjadi perbedaan kapasitas adsorpsi terhadap logam Pb. Oleh karena itu pada penelitian yang akan dilakukan berikutnya, perlu dibuktikan secara langsung pengaruh pH dan juga pH optimal yang dihasilkan pada proses adsorpsi logam Pb menggunakan kulit buah pisang.