

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik, Taksonomi dan Kandungan Kulit Pisang Kepok

Pisang (*Musa paradisiaca* Linn.) merupakan salah satu tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia karena iklim tropisnya yang membuat tanaman pisang mudah untuk tumbuh (Nasir dkk., 2014). Pisang kepok merupakan jenis pisang yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (*plantalin*) (Wenas dkk., 2019). Ilustrasi pisang kepok kuning menurut Wenas dkk. (2019) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pisang Kepok Kuning (Wenas dkk., 2019).

Pisang kepok dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pisang kepok kuning dan pisang kepok putih (Lestari dan Lavenia, 2017). Pisang kepok kuning memiliki daging buah berwarna kuning dan sering dimanfaatkan sebagai olahan makanan, sedangkan pisang kepok putih memiliki daging buah berwarna putih dan sangat jarang diolah menjadi olahan makanan karena memiliki rasa yang sepat dan tekstur yang keras. Kulit pisang kepok ukurannya lebih tebal dibandingkan dengan jenis pisang lainnya dengan warna kulit hijau atau kuning dan rasa daging buahnya manis (Suyanti dan Supriyadi, 2008). Kandungan kulit pisang kepok menurut Rohani dkk (2019) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Dalam Kulit Pisang Kepok.

Parameter	Pisang Kepok (ABB)
Air (%)	7,41
Abu (%)	12,06
Karbohidrat (%)	35,24
Protein (%)	5,15
Lemak (%)	15,29

Pisang kepok kuning di Indonesia menjadi salah satu jenis pisang yang banyak ditanam karena komoditasnya termasuk tinggi. Petani pisang kepok di Indonesia memanfaatkan buah pisang dan daun pisang untuk dijual atau diolah menjadi produk (Satuhu dan Supriyadi, 2008). Berdasarkan dari pernyataan Satuhu dan Supriyadi (2008), tingkatan taksonomi pisang kepok kuning adalah sebagai berikut.

Kerajaan : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Liliopsida
 Bangsa : Zingiberales
 Famili : Musaceae
 Marga : Musa
 Spesies : *Musa paradisiaca formatypica*

Kulit pisang memiliki gugus fungsi hidroksil, gugus karboksilat dan gugus amina yang berperan sebagai gugus aktif (Patracia dkk., 2019). Kulit pisang dapat menjadi biosorben untuk menyerap ion logam berat dengan kapasitas penyerapan hingga 99,25% (Musafira dkk., 2020). Pori-pori kulit pisang kepok akan mengikat ion logam berat setelah dilakukan proses aktivasi baik secara kimia atau fisika (Wardani dkk., 2018).

B. Arang Aktif

Arang aktif merupakan senyawa karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang memiliki kandungan karbon (Imelda dkk., 2019). Karakteristik arang aktif umumnya berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan daya serap lebih besar dibandingkan dengan karbon non-aktif. Arang aktif memiliki ukuran pori-pori yang variatif dari ukuran mikro kurang dari 5 μm , ukuran meso antara 5-25 μm , dan ukuran makro lebih dari 25 μm . Porositas arang aktif yang termasuk mikropori cocok untuk menyerap molekul-molekul kecil seperti gas dengan tingkat kontaminan rendah, sedangkan porositas arang aktif yang makropori cocok untuk menyerap molekul-molekul yang lebih besar seperti cairan dengan tingkat kontaminan sedang hingga tinggi (Alimah, 2021). Syarat mutu arang aktif teknis menurut SNI 06-3730-1995 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Arang Aktif Teknis (SNI 06-3730-1995).

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maks. 15	Maks. 25
2.	Air	%	Maks. 4,4	Maks. 15
3.	Abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
4.	Bagian yang tidak terarang		Tidak ternyata	Tidak ternyata
5.	Daya serap terhadap I ₂	mg/g	Min. 750	Min. 750
6.	Karbon aktif murni	%	Min. 80	Min. 65
7.	Daya serap terhadap benzena	%	Min. 25	-
8.	Daya serap terhadap biru metilena	ml/g	Min. 60	Min. 120
9.	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45-0,55	0,30-0,35
10.	Lolos ukuran mesh	%	-	Min. 90
11.	Jarak <i>mesh</i>	%	90	-
12.	Kekerasan	%	80	-

Kulit pisang merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan untuk membuat arang aktif teknis (Imelda dkk., 2019). Komponen kimia di dalam kulit pisang seperti selulosa, hemiselulosa, gugus hidroksil, gugus aktif amino, dan gugus karboksil dapat mengikat ion logam berat dengan penambahan aktivator kimia. Komponen kimia dan gugus aktif yang ada pada kulit pisang akan rusak setelah terkena pemanasan dengan suhu tinggi sehingga penyerapan logam berat akan bergantung pada jumlah dan ukuran pori arang aktif (Hanifah dkk., 2021).

Abdi dkk. (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui efisiensi arang aktif kulit pisang dalam menyerap logam berat dapat ditingkatkan melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Luas permukaan kulit pisang yang semakin lebar akan meningkatkan kadar logam berat yang diserap. Pori-pori kulit pisang yang semakin banyak dan semakin kecil akan diiringi dengan penyerapan logam berat yang semakin banyak.

A'yunina dkk. (2022) menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan arang aktif untuk mengikat logam Kromium. Berat arang aktif yang digunakan sebesar 35 gram, 40 gram dan 45 gram diaplikasikan ke 500 mL limbah batik. Penurunan kadar Kromium tertinggi terjadi pada P3 dengan penambahan arang aktif sebanyak 45 gram.

Mantong dkk. (2018) memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai adsorben bahan organik pada limbah cair tahu. Kontak antara arang aktif dan limbah tahu melalui perendaman tanpa pengadukan. Hasil yang didapat menunjukkan terjadi penurunan kadar BOD, COD, dan TSS. Hasil *scanning*

electron microscope menunjukkan diameter pori arang sebelum aktivasi sebesar 1,08 μm dan setelah aktivasi sebesar 1,52 μm .

C. Kemampuan Adsorpsi Arang Aktif

Adsorpsi merupakan proses menempelnya partikel tertentu ke permukaan suatu padatan (Botahala, 2022). Faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi dari suatu adsorben yaitu karakteristik fisik dan kimia adsorben (luas permukaan dan ukuran pori), karakteristik kimia adsorbat (ukuran molekul dan polaritas molekul), karakteristik larutan (pH dan suhu), konsentrasi adsorbat dalam larutan, dan lama waktu adsorpsi. Konsentrasi adsorbat dan lama waktu adsorpsi akan mempengaruhi banyaknya adsorbat yang diserap oleh adsorben (Anggriani dkk., 2021). Adsorben yang baik memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi dalam waktu yang singkat (Anggriani dkk., 2021).

Dini dkk. (2023) melakukan penelitian untuk menurunkan kadar Kromium dan zat warna pada limbah batik menggunakan arang aktif kulit pisang dengan berat 10 gram dan 60 gram yang diaplikasikan ke 1500 mL limbah cair. Pengadukan dilakukan menggunakan reaktor berpengaduk dan *jar test* dengan variasi waktu. Berat arang aktif, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan menjadi faktor yang mempengaruhi tingkat penurunan logam berat pada limbah cair. Hasil terbaik yang didapat adalah penambahan arang aktif kulit pisang sebanyak 60 gram dengan efisiensi penurunan mencapai 100%.

Aisyah dkk. (2019) menguji pengaruh variasi waktu terhadap kemampuan adsorpsi karbon aktif batang pisang terhadap benzena. Kadar abu, daya serap

Iod dan luas permukaan arang aktif batang pisang tidak memenuhi syarat mutu SNI. Variasi waktu yang digunakan adalah 30 menit, 45 menit dan 60 menit dimana hasil terbaik yang diperoleh adalah penurunan kadar benzena yang diaduk dengan arang aktif batang pisang selama 45 menit. Kapasitas adsorpsi arang aktif batang pisang sebesar 1,692 mg/g.

D. Aktivasi Arang Aktif Menggunakan Aktivator

Aktivasi merupakan perlakuan tambahan menggunakan suatu alat, zat atau senyawa untuk meningkatkan efektivitas dari suatu bahan. Penambahan aktivator pada arang aktif bertujuan untuk memperlebar pori arang aktif. Prinsip aktivasi ialah pemecahan ikatan hidrokarbon dengan oksidasi molekul permukaan sehingga terjadi perubahan secara fisika atau kimia yang berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Patracia dkk., 2019).

Astuti dan Maiza (2019) melakukan penelitian pengaruh aktivator H_2SO_4 dengan konsentrasi 20%, 25%, 30%, dan 35% terhadap pori karbon aktif kulit pisang kepok dan aplikasinya sebagai adsorber logam berat As, Ba, Cd, Cu, Hg, Mn, Se, dan Zn. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar logam berat tertinggi setelah diberi karbon aktif kulit pisang kepok dengan aktivator H_2SO_4 konsentrasi 35% yang diaktivasi selama 24 jam. Konsentrasi aktivator yang semakin tinggi meningkatkan jumlah pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif bertambah sehingga kemampuan karbon aktif menyerap logam berat.

Sa'diyah dan Lusiani (2022) melakukan penelitian pengaruh variasi konsentrasi dan waktu aktivasi secara kimia menggunakan NaOH dan H₂SO₄ pada karbon aktif kulit pisang kepok. Konsentrasi yang digunakan adalah 0,5 N dan 1 N dengan waktu aktivasi selama 1 jam, 3 jam dan 5 jam. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa kadar air terendah menggunakan H₂SO₄ 1 N yang diaktivasi selama 1 jam, kadar abu terendah menggunakan H₂SO₄ 0,5 N yang diaktivasi selama 1 jam, daya serap Iod tertinggi menggunakan H₂SO₄ 1 N yang diaktivasi selama 5 jam, dan penurunan kadar Nikel tertinggi menggunakan H₂SO₄ 1 N yang diaktivasi selama 5 jam. Variasi konsentrasi dan waktu aktivasi mempengaruhi kadar air, kadar abu, daya serap, dan efektifitas dalam menurunkan kadar logam berat pada limbah cair.

Chrisandari dkk. (2022) memanfaatkan batang daun buah naga sebagai arang aktif untuk menurunkan kadar Timbal pada limbah cair. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kemampuan arang aktif dengan aktivasi dan tanpa aktivasi. Hasil penyerapan arang aktif dengan aktivasi lebih baik dibandingkan dengan arang aktif tanpa aktivasi. Hasil analisis SEM menunjukkan pori arang aktif tanpa aktivasi sudah terbentuk tetapi belum ada rongga kosong, sedangkan arang aktif dengan aktivasi pada setiap poring terdapat banyak rongga kosong.

E. Logam Berat Kromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit

Kromium (Cr) merupakan salah satu jenis logam berat sangat beracun berwarna putih bening dengan bentuk kristal (Khairani dkk., 2007). Kegiatan

industri yang menghasilkan limbah dengan kandungan Kromium salah satunya adalah industri penyamakan kulit (Khairani dkk., 2007). Penyamakan kulit merupakan metode yang digunakan untuk mengawetkan bahan kulit dengan memanfaatkan Kromium. Penggunaan Kromium akan menghasilkan kulit yang tahan terhadap suhu tinggi, elastisitas tinggi dan hasil pewarnaan lebih awet (Sugihartono, 2016).

Proses penyamakan kulit yang terjadi di industri terbagi menjadi 3 bagian, yaitu pra-penyamakan, penyamakan dan pasca penyamakan. Proses pra-penyamakan dilakukan pembersihan untuk menghilangkan darah atau kotoran yang masih menempel pada kulit sehingga saat masuk ke proses pengawetan dengan penambahan bahan-bahan kimia tertentu akan memberikan hasil yang maksimal dan menghindari adanya endapan pada serat kulit. Proses penyamakan dilakukan dengan penambahan bahan kimia pengawetan kulit yaitu Kromium sulfat dan garam Kromium yang akan menstabilkan kolagen pada kulit. Proses pasca penyamakan akan dilakukan *pressing* untuk mengurangi tingkat kelembaban kulit, pencukuran, pewarnaan, pelembutan dengan minyak pengemulsi, pengeringan, pencukuran terakhir, pelapisan dan *finishing* (Senania dan Noviyanti, 2022).

F. Baku Mutu

Baku mutu air limbah untuk setiap kegiatan produksi telah diatur sedemikian rupa oleh pemerintahan setempat. Limbah yang belum memenuhi baku mutu harus diolah kembali hingga memenuhi baku mutu agar tidak

menimbulkan kerusakan lingkungan (Sulistia dan Septisya, 2019). Baku mutu air limbah industri penyamakan kulit menurut Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku Mutu Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.

No.	Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
1	BOD ₅	50	2,0
2	COD	110	4,4
3	TSS	50	2,0
4	TDS	2000	80
5	Sulfida	0,5	0,02
6	Krom Total (Cr)	0,5	0,02
7	Nitrogen Total	10	0,4
8	Amonia Total	0,5	0,02
9	Minyak dan Lemak Total	5,0	0,2
10	Suhu	±3°C terhadap suhu udara	
11	pH	6,0-9,0	
12	Debit Limbah Paling Tinggi (m ³ / ton produk)	40	

G. Hipotesis

1. Kualitas arang aktif kulit pisang kepek kuning (*Musa paradisiaca formatypica*) yang diaktivasi menggunakan H₂SO₄ 1 N tidak memenuhi syarat baku mutu yang berlaku.
2. Arang aktif kulit pisang kepek kuning (*Musa paradisiaca formatypica*) dengan berat yang semakin banyak mampu meningkatkan kualitas limbah cair industri penyamakan kulit yang dapat dilihat dari hasil analisis *scanning electron microscope*.