

EFEKTIVITAS PERENDAMAN MENGGUNAKAN JERUK NIPIS SEBAGAI ALTERNATIF PENURUNAN KADAR KADMIUM (Cd) PADA CUMI

Zihan Pomalingo¹, Sirajuddien Bialangi², Ayu Rofia Nurfadillah³

jihanpomalingo@gmail.com¹, sirajuddien@ung.ac.id², ayu@ung.ac.id³

Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRAK

Cumi (*Loligo sp.*) merupakan hasil perikanan yang banyak dikonsumsi masyarakat, namun berisiko terkontaminasi logam berat kadmium (Cd) akibat pencemaran perairan. Hasil pemeriksaan kadar Cd pada cumi di Desa Langgula sebesar 1,766 mg/kg, melebihi batas maksimum BPOM RI yaitu 0,10 mg/kg. Salah satu upaya untuk menurunkan kadar Cd pada cumi adalah dengan memanfaatkan jeruk nipis yang mengandung asam sitrat sebagai agen pengkelat logam. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas perendaman jeruk nipis dalam menurunkan kadar Cd pada cumi serta mengetahui perbedaan efektivitas kedua jenis jeruk tersebut. Penelitian menggunakan desain true experimental dengan rancangan acak lengkap (RAL). Sampel cumi direndam menggunakan larutan jeruk nipis konsentrasi 75% dan 85% selama 30 menit dengan tiga kali pengulangan. Kadar Cd dianalisis melalui uji laboratorium dan data dianalisis menggunakan uji t independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman jeruk nipis efektif menurunkan kadar Cd pada cumi. Jeruk nipis dengan konsentrasi 75% menurunkan kadar Cd sebesar 29,9%, sedangkan konsentrasi 85% sebesar 55,1%. Perlakuan jeruk nipis konsentrasi 85% menunjukkan penurunan kadar Cd terbesar dibandingkan perlakuan lainnya. Disarankan kepada masyarakat untuk menerapkan perendaman menggunakan jeruk nipis sebelum pengolahan cumi serta kepada peneliti selanjutnya untuk meneliti pengaruh waktu perendaman terhadap penurunan kadar Cd pada cumi.

Kata Kunci: Jeruk Nipis, Logam Berat, Kadmium (Cd), Cumi (*Loligo Sp.*)

PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat di lingkungan perairan menjadi salah satu permasalahan kesehatan lingkungan yang mendapat perhatian karena dapat menurunkan kualitas ekosistem dan mengancam keamanan pangan hasil laut. Logam berat bersifat persisten, tidak dapat terdegradasi secara alami, serta mampu terakumulasi dalam organisme melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan (Retno et al., 2023). Salah satu logam berat yang berbahaya adalah kadmium (Cd), karena bersifat toksik meskipun berada pada konsentrasi rendah. Paparan kadmium (Cd) dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal, kerusakan tulang, gangguan sistem saraf, sistem reproduksi, serta meningkatkan risiko kanker (Flora & Pachauri, 2010).

Cumi (*Loligo sp.*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki kandungan protein tinggi dan nilai ekonomi yang penting. Namun, cumi diketahui memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat dari lingkungan perairan melalui rantai makanan sehingga berpotensi menjadi sumber paparan logam berat bagi manusia (Kurniawati, 2023). Akumulasi logam berat pada cumi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan yang tercemar akibat aktivitas domestik, pertanian, industri, maupun transportasi laut.

Hasil penelitian Rauf (2025) pada cumi yang berasal dari Desa Langgula, Kecamatan Batudaa Pantai, Kabupaten Gorontalo menunjukkan kadar kadmium sebesar 1,766 mg/kg. Nilai tersebut telah melebihi batas maksimum cemaran logam berat menurut Peraturan BPOM RI Nomor 23 Tahun 2017, yaitu sebesar 0,10 mg/kg. Kondisi ini menunjukkan

adanya risiko kesehatan apabila cumi dikonsumsi secara terus-menerus tanpa perlakuan yang dapat menurunkan kadar logam beratnya.

Berbagai metode telah digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat pada bahan pangan, baik secara fisik maupun kimia. Namun, sebagian metode tersebut memerlukan biaya yang relatif tinggi dan sulit diterapkan oleh masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang sederhana, aman, murah, dan mudah diaplikasikan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah pemanfaatan bahan alami yang mengandung asam sitrat sebagai agen pengkelat (*chelating agent*) logam berat.

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) diketahui mengandung asam sitrat yang mampu mengikat ion logam berat melalui gugus karboksil (-COOH) sehingga membentuk kompleks yang lebih mudah larut dalam air (Sharma et al., 2018). Penelitian mengenai pemanfaatan jeruk nipis untuk menurunkan kadar logam berat telah banyak dilakukan, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas jenis jeruk nipis dalam menurunkan kadar kadmium pada cumi (*Loligo sp.*).

METODE

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari–April 2026. Pengambilan sampel cumi (*Loligo sp.*) dilakukan di perairan Teluk Tomini, Desa Langgula, Kecamatan Batudaa Pantai, Kabupaten Gorontalo. Sampel jeruk nipis diperoleh dari Desa Cisadane, Kecamatan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, sedangkan pemeriksaan kadar kadmium (Cd) dilakukan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo.

2. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen murni (*true experimental design*) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel cumi dibagi ke dalam kelompok kontrol dan kelompok perlakuan berupa perendaman menggunakan jeruk nipis dengan konsentrasi 75% dan 85%. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

3. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh cumi (*Loligo sp.*) yang ditangkap di perairan Teluk Tomini, Desa Langgula, Kecamatan Batudaa Pantai, Kabupaten Gorontalo yang terindikasi mengandung logam berat kadmium (Cd). Sampel penelitian berupa cumi yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu dalam kondisi segar, tidak mengalami kerusakan fisik, memiliki ukuran yang relatif seragam (panjang ± 10 cm dan berat ± 100 gram), serta berasal dari lokasi penelitian. Sampel kemudian digunakan sebagai objek perlakuan perendaman menggunakan jeruk nipis.

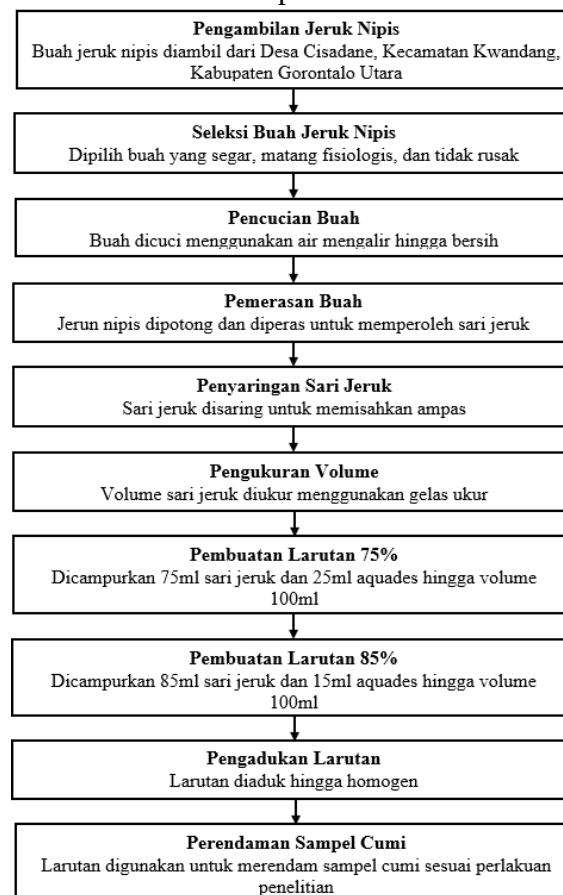
4. Prosedur Penelitian

a. Prosedur Pengambilan Cumi



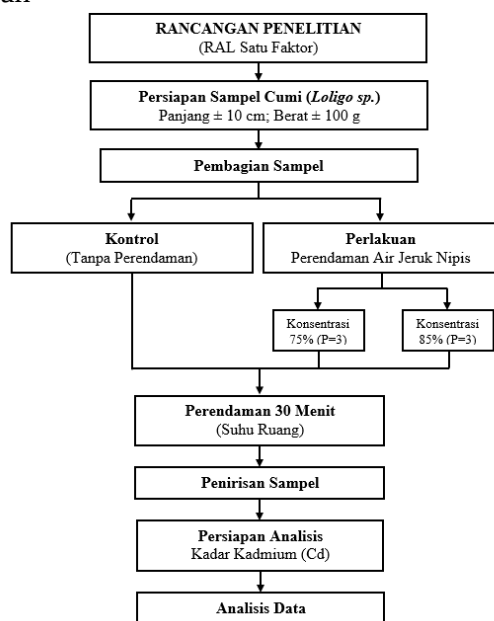
Gambar 1 Prosedur Pengambilan Sampel Cumi

b. Prosedur Pembuatan Larutan Jeruk Nipis



Gambar 2 Prosedur Pembuatan Larutan Jeruk Nipis

c. Rancangan Penelitian



Gambar 3 Rancangan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Hasil Pemeriksaan Kadar Cd Pada Cumi Setelah Perendaman Jeruk Nipis

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Kadar Kadmium (Cd) Setelah Perendaman Jeruk Nipis

Perlakuan	Kadar Kadmium (mg/kg)			Rata-Rata (mg/kg)	Penurunan (%)
	P1	P2	P3		
Kontrol (Tanpa Perendaman)	1,766	-	-	1,766	-
Perasan Jeruk Nipis 75%	1,301	0,7115	1,7015	1,238	29,9%
Perasan Jeruk Nipis 85%	0,661	0,8845	0,833	0,7928	55,1%

Bersarkan tabel 1, kadar kadmium (Cd) pada sampel kontrol (tanpa perendaman) sebesar 1,766 mg/kg. Setelah dilakukan perendaman menggunakan perasan jeruk nipis konsentrasi 75%, rata-rata kadar kadmium (Cd) menurun menjadi 1,238 mg/kg dengan persentase penurunan sebesar 29,9%. Sementara itu, perendaman menggunakan perasan jeruk nipis konsentrasi 85% menghasilkan rata-rata kadar kadmium (Cd) sebesar 0,7928 mg/kg dengan persentase penurunan sebesar 55,1%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perasan jeruk nipis konsentrasi 85% lebih efektif dalam menurunkan kadar kadmium (Cd) pada cumi dibandingkan konsentrasi 75%, namun seluruh sampel masih melebihi batas baku mutu BPOM RI No.23 Tahun 2017 yaitu 0,10 mg/kg.

2. Hasil Analisis Data Perbedaan Efektivitas Perendaman Jeruk Nipis dan Jeruk Kasturi

Tabel 2 Analisis data perbedaan efektivitas perendaman jeruk nipis konsentrasi 75% dan jeruk nipis konsentrasi 85%

Variabel	t Hitung	df	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Perendaman jeruk nipis konsentrasi 75% dan jeruk nipis konsentrasi 85%	1,507	4	0,206	Tidak Signifikan

Sumber: Data Primer Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 1.2, hasil uji Independent Samples t-test menunjukkan nilai t hitung sebesar 1,507 dengan derajat kebebasan (df) = 4 dan nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,206. Nilai signifikansi tersebut lebih besar dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ ($p > 0,05$), sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikansi antara efektivitas perendaman menggunakan jeruk nipis konsentrasi 75% dan 85% dalam menurunkan kadar logam berat kadmium (Cd) pada cumi. Meskipun secara deskriptif perendaman menggunakan perasan jeruk nipis konsentrasi 85% menunjukkan rata-rata kadar kadmium (Cd) yang lebih rendah dibandingkan konsentrasi 75%, namun perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik.

Pembahasan

Efektivitas Perendaman Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Cumi (*Loligo sp.*)

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa perendaman cumi menggunakan jeruk nipis mampu menurunkan kadar kadmium (Cd) pada seluruh perlakuan. Penurunan kadar kadmium (Cd) terlihat lebih besar pada konsentrasi jeruk nipis 85% dibandingkan konsentrasi 75%. Rata-rata kadar kadmium (Cd) setelah perendaman menggunakan jeruk nipis 75% adalah 1,238 mg/kg dengan persentase penurunan sebesar 29,9%, sedangkan pada konsentrasi 85% rata-rata kadar kadmium (Cd) menurun menjadi 0,7928 mg/kg dengan persentase penurunan sebesar 55,1%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi jeruk nipis 85% lebih efektif dibandingkan konsentrasi 75% dalam menurunkan kadar kadmium pada cumi.

Peningkatan efektivitas penurunan kadar kadmium (Cd) pada konsentrasi 85% menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis yang digunakan, semakin besar kemampuan larutan dalam menurunkan logam berat. Hal ini disebabkan karena peningkatan konsentrasi jeruk nipis diikuti dengan meningkatnya kandungan asam sitrat yang berperan sebagai agen pengkelat (chelating agent). Asam sitrat memiliki gugus karboksilat ($-\text{COOH}$) yang mampu mengikat ion logam berat dan membentuk senyawa kompleks yang lebih mudah larut dalam media perendaman sehingga logam dapat terlepas dari jaringan bahan pangan (Rahmadani & Tambun, 2025).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nurvita, Nurjazuli, & D., (2015) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi jeruk nipis menyebabkan peningkatan persentase penurunan kadar kadmium pada kerang darah (*Anadara granosa*). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi jeruk nipis yang lebih tinggi menghasilkan efektivitas penurunan kadmium (Cd) yang lebih besar dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian Ningrum & Sunardi, (2022) yang menunjukkan bahwa ekstrak jeruk nipis efektif menurunkan cemaran logam berat pada hasil perikanan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa kandungan asam sitrat dalam jeruk nipis mampu berikatan dengan ion logam sehingga membantu proses pelepasan logam dari jaringan bahan pangan. Semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis yang digunakan, semakin banyak ion logam yang dapat diikat dan dikeluarkan dari jaringan.

Penelitian Rahmadani & Tambun, (2025) juga menjelaskan bahwa senyawa asam organik yang terdapat pada buah jeruk memiliki kemampuan mengikat ion logam berat melalui mekanisme kompleksasi. Mekanisme tersebut menyebabkan logam berat menjadi lebih mudah larut dan terpisah dari media asalnya. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi jeruk nipis pada penelitian ini diduga meningkatkan jumlah asam sitrat yang tersedia untuk berikatan dengan ion kadmium (Cd) sehingga menghasilkan persentase penurunan yang lebih besar pada konsentrasi 85%.

Meskipun terjadi penurunan kadar kadmium (Cd) yang cukup besar kadar kadmium (Cd) pada seluruh sampel setelah perlakuan masih berada di atas batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam Peraturan BPOM RI Nomor 23 Tahun 2017, yaitu sebesar 0,10 mg/kg. Setelah perendaman menggunakan jeruk nipis konsentrasi 75% dan 85%, rata-rata kadar kadmium (Cd) masih sebesar 1,238 mg/kg dan 0,7928 mg/kg sehingga belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perendaman menggunakan jeruk nipis belum mampu menghilangkan kadmium secara sempurna dari jaringan cumi.

Kondisi tersebut perlu menjadi perhatian karena kadmium (Cd) merupakan logam berat yang bersifat toksik meskipun dalam kadar yang sangat rendah. Paparan Kadmium (Cd) secara akut bisa menyebabkan nekrosis pada ginjal dan berlanjut dengan terjadinya proteinuria, sedangkan toksisitas kronik kadmium (Cd) bisa merusak sistem fisiologis tubuh antara lain sistem urinaria, sistem respirasi, sistem sirkulasi dan jantung, kerusakan sistem reproduksi, sistem syaraf, bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Nurfadillah, 2013). Oleh karena itu, penurunan kadar kadmium pada bahan pangan sangat penting untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan akibat paparan logam berat melalui konsumsi pangan yang tercemar.

Belum tercapainya baku mutu tersebut diduga disebabkan oleh waktu perendaman yang relatif singkat sehingga proses kontak antara asam sitrat dan ion kadmium belum berlangsung secara optimal. Selain itu, sebagian ion kadmium (Cd) diduga masih terikat kuat pada protein dan jaringan otot cumi sehingga tidak seluruhnya dapat terlepas selama proses perendaman. Hidayati et al., (2022) melaporkan bahwa peningkatan waktu perendaman dalam larutan asam sitrat dari 30 menit menjadi 60 menit menghasilkan persentase penurunan logam berat yang lebih tinggi karena memberikan waktu kontak yang lebih lama antara asam sitrat dan ion logam. Temuan tersebut menunjukkan bahwa selain konsentrasi jeruk nipis, lama waktu perendaman juga berperan dalam efektivitas penurunan kadar kadmium (Cd).

Dengan demikian, peningkatan konsentrasi jeruk nipis hingga 85% terbukti meningkatkan efektivitas penurunan kadar kadmium (Cd) pada cumi (*Loligo sp.*), namun kadar kadmium (Cd) yang dihasilkan masih belum memenuhi baku mutu BPOM karena waktu perendaman yang digunakan diduga belum cukup optimal untuk memaksimalkan proses pengikatan dan pelepasan ion kadmium dari jaringan cumi.

Perbedaan Efektivitas Jeruk Nipis Konsentrasi 75% dan Jeruk Nipis Konsentrasi 85% Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) pada Cumi (*Loligo sp.*)

Berdasarkan hasil uji Independent Samples t-test, diperoleh nilai t hitung sebesar 1,507 dengan derajat kebebasan (df) sebesar 4 dan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,206. Nilai signifikansi tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 ($p > 0,05$), sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara efektivitas perendaman menggunakan perasan jeruk nipis konsentrasi 75% dan 85% dalam menurunkan kadar logam berat kadmium (Cd) pada cumi (*Loligo Sp.*).

Meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan, hasil deskriptif menunjukkan bahwa perendaman menggunakan perasan jeruk nipis konsentrasi 85% menghasilkan rata-rata kadar kadmium yang lebih rendah yaitu 0,7928 mg/kg dibandingkan dengan konsentrasi 75% yaitu 1,2380 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi perasan jeruk nipis cenderung meningkat kemampuan dalam menurunkan kadar kadmium, namun perbedaan tersebut belum cukup besar untuk menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik.

Kemampuan perasan jeruk nipis dalam menurunkan kadar kadmium (Cd) diduga berkaitan dengan kandungan asam sitrat yang berperan sebagai agen pengkelat (*chelating agent*). Asam sitrat mampu mengikat ion logam berat dan membentuk senyawa kompleks sehingga logam lebih mudah terlepas dari jaringan cumi dan larut kedalam media perendaman. Sharma et al., (2018) melaporkan bahwa jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) mengandung asam sitrat sebesar 30,40 mg/mL, sedangkan Sampang & Domingo, (2008) menjelaskan bahwa asam sitrat memiliki kemampuan mengkelat ion logam sehingga dapat membantu proses penurunan kadar logam berat pada bahan pangan. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi perasan jeruk nipis diperkirakan meningkatkan potensi pengikatan ion kadmium (Cd), meskipun pada penelitian ini peningkatan konsentrasi dari 75% menjadi 85% belum memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Asti et al. (2025) menyatakan bahwa berbagai jenis buah citrus memiliki kemampuan yang hampir serupa dalam menurunkan kandungan logam berat karena sama-sama mengandung asam organik dan senyawa antioksidan. Asam sitrat berperan dalam pembentukan senyawa kompleks dengan ion logam sehingga logam menjadi lebih mudah terlepas dari jaringan bahan pangan dan larut ke dalam media perendaman. Dengan demikian, kandungan asam sitrat pada perasan jeruk nipis diduga menjadi faktor utama yang berperan dalam proses penurunan kadar kadmium (Cd) pada cumi (*Loligo sp.*).

Tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi perasan jeruk nipis 75% dan 85% menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan tidak selalu menghasilkan peningkatan efektivitas yang bermakna dalam menurunkan kadar kadmium (Cd). Kondisi ini diduga karena kemampuan asam sitrat dalam mengikat ion logam telah berlangsung secara optimal pada konsentrasi 75%, sehingga peningkatan konsentrasi menjadi 85% belum memberikan tambahan efek penurunan kadar kadmium (Cd) yang signifikan. Selain itu, efektivitas penurunan kadar kadmium juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain, seperti lama perendaman, ukuran sampel, serta kadar awal kadmium (Cd) pada cumi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perasan jeruk nipis konsentrasi 75% maupun 85% mampu menurunkan kadar kadmium (Cd) pada cumi (*Loligo sp.*). Secara deskriptif, perasan jeruk nipis konsentrasi 85% menunjukkan penurunan kadar kadmium (Cd) yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 75%, yang ditunjukkan oleh rata-rata kadar kadmium akhir yang lebih rendah. Namun, hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan ($p = 0,206$). Dengan demikian, meskipun konsentrasi 85% cenderung memberikan penurunan kadar kadmium (Cd) yang lebih tinggi, secara statistik kedua konsentrasi memiliki kemampuan yang relatif sama dalam menurunkan kadar kadmium pada cumi (*Loligo sp.*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan hasil analisis data penelitian tentang Efektivitas Perendaman Menggunakan Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Cumi, maka peneliti menarik kesimpulan sebagai berikut:

Perendaman menggunakan jeruk nipis efektif dalam menurunkan kadar kadmium (Cd) pada cumi (*Loligo sp.*). Konsentrasi 75% menurunkan kadar kadmium (Cd) sebesar 44%, sedangkan konsentrasi 85% menurunkan kadar kadmium (Cd) sebesar 58%.

Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan hasil analisis data penelitian tentang Efektivitas Perendaman Menggunakan Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada

Cumi, maka peneliti mengajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diharapkan bagi peneliti selanjutnya agar dapat meneliti faktor lain yang mempengaruhi penurunan kadar kadmium (Cd) pada cumi, seperti pH, suhu dan waktu perendaman.
2. Diharapkan bagi program studi dapat mendorong mahasiswa untuk melakukan penelitian lanjutan terkait keamanan pangan hasil laut, khususnya mengenai dampak logam berat kadmium serta upaya pencegahannya.
3. Diharapkan bagi pemerintah dan instansi terkait agar dapat meningkatkan pengawasan dan pengujian terhadap cemaran logam berat kadmium diperairan laut guna meminimalisir kontaminasi pada biota laut yang dikonsumsi masyarakat.
4. Diharapkan bagi masyarakat, khususnya konsumen agar dapat mengolah cumi sebelum dikonsumsi, seperti dengan perendaman menggunakan jeruk nipis serta lebih selektif dalam memilih bahan pangan laut yang aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Asti, N. A., Johan, H., Parlindungan, D., Primairyani, A., Defianti, A., & Nursaadah, E. (2025). Reduction Lead Metal in Process Marinating Local Food Fish Pendap Using Lemon Juice (Citrus limon). *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(2), 341–350.
- Flora, S. J. S., & Pachauri, V. (2010). Vhelation in Metal Intoxication. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(7), 2745–2788.
- Hidayati, N., Mardiyono, & Wimpy. (2022). Pemanfaatan larutan Asam Sitrat Sebagai Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Krom Pada Sayuran Kubis. *Farmasetis*, 11(3), 237–246.
- Kurniawati, F. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Arsen, Formalin, dan salmonella sp. pada Cumi-Cumi Segar (*Loligo sp.*) di Pasar Tradisional Kota Bogor [Universitas Djuanda Bogor]. <https://repository.unida.ac.id/3750/>
- Mobin, F., Deloya, J. M., & Guo, L. (2025). The Impact of Citric Acid on Metal Accumulation in *Lemna minor*. *Water*, 17(6), 830. <https://doi.org/10.3390/w17060830>
- Munadi, R., Hasan, T., & Firdha, T. (2023). Identifikasi Kandungan Kimia Buah Lemon Cui (*Citrus microcarpa*) Asal Ambon dan Uji Aktivitas Sebagai Antioksidan. *Cokrominoto Journal of Chemical Science*, 5(2), 60–65.
- Ningrum, P. E., & Sunardi. (2022). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Penurunan Cemaran Logam Timbal dalam Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Indonesian Journal of Chemical*, 05(02), 68–77. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss2.art1>
- Nurfadillah, A. (2013). Cemaran Logam Berat dalam Air PDAM Kota Gorontalo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 62–69
- Nurvita, S., Nurjazuli, & D., N. A. Y. (2015). Pengaruh Variasi Konsentrasi Air Jeuk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) pada Daging Kerang Darah (*Anadara Granosa*). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 3(3), 807–814.
- Rahmadani, & Tambun, M. S. M. O. S. . (2025). Potensi Filtrat Kulit Jeruk Sunist dalam Menurunkan Kadar Logam Merkuri (Hg) Pasca Penambangan Emas di Sungai Barito: Potential of Sunkist Orange Peel Filtrate in Reducing Metal Mercury (Hg) Levels After Gold Mining in the Barito river. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 11(3), 279–284. <https://doi.org/10.33084/jsm.v11i3.7449>
- Rauf, A. P. (2024). Identifikasi Kandungan Kadmium (Cd) pada Hasil Tangkapan Cumi (*Loligo sp.*) di Desa Langgula Kecamatan Batudaa Pantai Kabupaten Gorontalo. In *International Journal of Health, Economics, and Social Sciences (Vol. 1, Issue 1)*.
- Retno, F., Silalahi, W., Zainuri, M., & Wulandari, Y. (2023). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Perairan Muara Sungai Cisadane Kabupaten Tangerang. 05(01), 1–6.
- Sampang, R. Y., & Domingo, J. K. (2008). Comparative Study on the Potassium and Citrate Content of Calamansi (*Citrus Microcarpa Bunge*), Dalandan (*Citrus auratium*), and Pomelo (*Citrus grandis Osbeck*) with Potassium Citrate Tablets. *Philippine Journal of Urology*, 18(1), 7–10.
- Septiawan, M. R., Asnawi, I., Rahman, F. R., & Ramadhan, A. (2023). Studi Khelasi Timbal (Pb)

- Pada Sampel Air Menggunakan Asam Sitrat. 2, 11–16.
- Sharma, R., Verma, S., Rana, S., & Rana, A. (2018). Rapid screening and quantification of major organic acids in citrus fruits and their bioactivity studies. *Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1339–1349. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3045-x>
- Sun, Y., Zhou, Q., Xie, X., & Liu, R. (2020). Low Molecular Weight Organic Acids as Metal Chelators in soil and Environmental Systems. *Molecules*, 25(14).