

#### 4. PEMBAHASAN

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu organisme yang rentan tercemar senyawa logam berat. Menurut Darmono (1995) dalam Murtini *et al.*, (2008), kadmium merupakan logam berat yang banyak terkandung di dalam kerang hijau setelah logam timbal. Dari penelitian terdahulu diketahui kandungan kadmium dalam kerang hijau adalah 0,556 mg/kg (Putri *et al.*, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan pengontakkan pektin yang berperan sebagai bioabsorben pada kerang hijau yang terpapar logam Cd secara *in-vitro*. Pektin diketahui memiliki kemampuan untuk mengikat logam berat (Maulidiyah *et al.*, 2014). Proses pengontakkan sampel kerang hijau dengan pektin dilakukan sebagai salah satu cara untuk mengurangi risiko akumulasi logam kadmium dalam tubuh.

Kerang yang digunakan dalam penelitian memiliki ukuran panjang cangkang antara 5-7 cm. Ukuran panjang cangkang kerang yang siap untuk dikonsumsi berkisar  $7 \pm 0,5$  cm (Simbolon, 2018). Amriani *et al.* (2011) menyatakan ukuran cangkang mempengaruhi kandungan logam, semakin besar ukuran cangkang kerang menandakan umur dari kerang tersebut diperkirakan semakin tinggi, sehingga waktu akumulasi logam berat yang telah berlangsung lebih lama. Pada penelitian ini, digunakan bagian yang dikonsumsi yaitu daging kerang. Menurut Andrew *et al.*, (2014) kandungan logam Pb dan Cu pada daging kerang yaitu  $1,04 \pm 0,32$   $\mu\text{g/g}$  dan  $8,46 \pm 1,46$   $\mu\text{g/g}$ .

Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwa kandungan logam kadmium pada kerang hijau yang diteliti cukup rendah. Angka absorbansi yang dihasilkan untuk logam kadmium yaitu sebesar  $0,053 \pm 0,006$  ppm. Angka absorbansi ini lebih rendah dibandingkan dengan standar terendah yang digunakan yaitu 0,15 ppm. Untuk meningkatkan kadar kadmium pada kerang hijau maka dilakukan proses pemaparan kerang hijau dengan larutan Cd 10 ppm sehingga nilai absorbansi yang diperoleh sesuai dengan standar yang ditentukan.

Dari hasil yang didapat pada Tabel 1., waktu kontak paling optimum bagi kerang untuk menyerap logam kadmium adalah 30 menit, waktu kontak ini akan dijadikan waktu kontak proses pemaparan kerang dalam larutan logam Cd saat penelitian utama. Semakin lama waktu perendaman akan mempengaruhi konsentrasi logam menjadi semakin tinggi. Amriani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa semakin lama kerang mengalami kontak dengan perairan yang mengandung logam berat maka akan semakin banyak kandungan logam yang terakumulasi di dalam jaringan tubuh kerang hijau (Amriani *et al.*, 2011). Hal tersebut dapat dipengaruhi karena kemampuan kerang untuk mengakumulasi senyawa logam dalam jaringan tubuhnya (Suprpti *et al.*, 2016). Kemampuan ini menyebabkan kandungan logam pada jaringan dan sistem organ pada beberapa organisme aquatik jauh lebih tinggi dibandingkan kandungan logam di habitatnya (Kahle dan Zauke, 2002 dalam Amriani *et al.*, 2011).

Perbedaan konsentrasi logam Cd pada kerang hijau sebelum dan setelah proses pemaparan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa sebelum proses pemaparan terdapat logam Cd pada kerang hijau. Kerang hijau diketahui memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Hal tersebut yang menyebabkan adanya logam yang terdapat dalam kerang hijau sebelum proses pemaparan. Logam yang terakumulasi dalam kerang hijau merupakan logam yang telah mengalami biotransformasi sehingga tidak dapat dikeluarkan dari tubuh kerang hijau melalui proses ekskresi. Faktor lain yang menjadi penyebab tingginya kandungan logam dalam kerang hijau adalah kerang hijau memiliki enzim sitokrom P540 yang terbatas dalam tubuhnya (Sukarno, 2014). Menurut Sukarno (2014) menyatakan enzim sitokrom P450 adalah enzim dalam hepatopankreas yang berfungsi untuk menginaktivasi logam yang masuk ke dalam tubuh yang selanjutnya akan diekskresikan melalui urin dan feses.

Proses pemaparan dengan larutan logam Cd 10 ppm meningkatkan konsentrasi logam Cd pada kerang hijau yang diuji. Hal ini menunjukkan adanya penyerapan logam Cd oleh kerang hijau selama proses pemaparan dengan larutan logam Cd. Senyawa logam berat masuk ke dalam tubuh kerang melalui dua cara, yaitu melalui sistem pencernaan dimana logam berat yang berikatan dengan fitoplankton akan masuk ke dalam proses

pencernaan kerang dan terakumulasi dalam daging kerang. Sedangkan senyawa logam berat yang larut dalam air akan masuk ke dalam sirkulasi darah dari kerang dan terdistribusi ke dalam hepatopankreas, mantel, dan ginjal (Yaqin *et al.*, 2015).

Pada penelitian utama kerang yang sudah melalui proses pemaparan dengan logam Cd mendapatkan tiga perlakuan berbeda yaitu tanpa pengolahan (mentah), perebusan, dan penggorengan. Hasil pengujian konsentrasi logam setelah diberi perlakuan pada Tabel 3. menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan rebus dan goreng. Sedangkan perlakuan mentah memiliki perbedaan yang tidak signifikan dengan dua perlakuan lainnya. Perbedaan konsentrasi logam awal dari sampel yang diuji menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan ataupun penurunan konsentrasi logam setelah proses pengolahan (Gheisari *et al.*, 2016). Proses perebusan menghasilkan konsentrasi logam kadmium paling rendah, sedangkan proses penggorengan menghasilkan konsentrasi logam kadmium paling tinggi. Berdasarkan hal tersebut, proses penggorengan merupakan proses yang akan digunakan pada penelitian selanjutnya.

Proses pengolahan dapat mempengaruhi kandungan Cd pada kerang. Perbedaan kandungan logam pada 1 ekor kerang dengan berat kering sebesar 0,8 gram dapat dilihat pada Gambar 11. yang menunjukkan bahwa kandungan Cd paling tinggi terdapat pada kerang goreng. Sedangkan pada kerang rebus menghasilkan kandungan Cd yang paling rendah. Hasil yang sama juga didapatkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Surati *et al.*, (2014) yaitu konsentrasi logam Pb dan Cu pada kerang rebus lebih rendah dibanding kerang mentah. Konsentrasi logam Pb dan Cd yang rendah juga terjadi pada lobster yang direbus dibanding tanpa perebusan (Gheisari *et al.*, 2016). Konsentrasi logam yang rendah setelah perebusan dapat disebabkan adanya degradasi protein akibat proses pemanasan yang terjadi (Perello *et al.*, 2008). Degradasi protein akan merusak ikatan antara protein dan logam sehingga logam dapat luruh ke media perebusan. Devesa (2001) menyatakan proses pengolahan dapat menurunkan kadar logam arsen pada sampel karena adanya peristiwa solubilisasi dan volatilisasi dari logam. Solubilisasi dan volatilisasi terjadi karena ikatan yang bersifat tidak stabil antara logam dan protein pengikatnya (Devesa, 2001).

Proses pengolahan dengan cara penggorengan menghasilkan kandungan logam yang lebih tinggi dibandingkan kerang tanpa pengolahan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Gheisari *et al.*, (2016). dengan menggunakan sampel lobster diketahui bahwa penggorengan dapat meningkatkan konsentrasi Cd dan Pb. Proses penggorengan diketahui dapat meningkatkan konsentrasi Cd hingga 100%, sedangkan proses pemanggangan menyebabkan konsentrasi Cd 7 kali lebih banyak dibandingkan dengan sampel mentah (Basseyy *et al.*, 2014). Proses penggorengan pada sampel ikan juga diketahui dapat meningkatkan kadar logam berat seperti As, Cr, dan Ni dibandingkan proses pengolahan lain (mentah, bakar, microwave, dan panggang) (Ersoy, 2011). Kenaikan konsentrasi logam Cd ini dapat dipengaruhi karena adanya penurunan massa dari sampel, akibat terjadinya kehilangan kadar air selama proses penggorengan (Devesa, 2001).

Penelitian selanjutnya adalah melakukan pengontakan kerang setelah pengolahan goreng dengan pektin secara *in-vitro*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penyerapan logam Cd oleh pektin di dalam sistem dengan larutan dan suhu yang menyerupai pencernaan. Sistem *in-vitro* yang dilakukan mendekati kondisi pencernaan manusia pada bagian usus. Di dalam usus terdapat proses penetralan makanan yang berasal dari lambung oleh bikarbonat serta terjadinya penyerapan logam ke dalam tubuh (Eliaz *et al.*, 2007). Dalam tahapan tersebut pektin yang turut melewati saluran pencernaan akan menyerap logam dan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem ekskresi. Terdapat dua jenis pektin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pektin yang dihasilkan melalui ekstraksi pektin dari ampas jeruk keprok dan pektin komersial "Citrus Pectin". Setelah pengontakan antara pektin dan bubuk kerang, selanjutnya dilakukan sentrifugasi yang menghasilkan dua fase yaitu fase terlarut dan fase tidak terlarut.

Hasil dari penelitian terdapat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut diketahui bahwa pada kedua jenis pektin menghasilkan nilai distribusi Cd pada fase tidak terlarut lebih tinggi dibandingkan pada fase terlarut. Nilai distribusi Cd pada fase tidak terlarut menunjukkan logam yang mampu diserap oleh pektin selama proses pengontakan. Sedangkan nilai distribusi Cd pada fase terlarut menunjukkan logam yang tidak dapat

diserap oleh pektin. Nilai distribusi Cd pada fase tidak terlarut yang tinggi menunjukkan bahwa pektin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam Cd dengan baik. Hal tersebut disebabkan karena pada fase tidak terlarut terdapat gugus-gugus dengan pasangan elektron bebas seperti gugus karboksilat dan hidroksi di dalam polimer pektin, sehingga kation logam Cd dapat berikatan dengan gugus dari polimer pektin membentuk kompleks pektin dan logam (Maulidiyah *et al*, 2014). Gugus karboksil ( $\text{COOH}^-$ ) yang bermuatan negatif akan mengikat logam Cd dengan mekanisme *egg-box* (Brejnholt, 2010).

Nilai *recovery* menunjukkan persentase jumlah logam berat yang terukur oleh AAS setelah proses *in-vitro* dibandingkan dengan logam awal pada kerang yang masuk ke dalam sistem *in-vitro*. Nilai *recovery* dihasilkan dengan penjumlahan nilai distribusi Cd pada fase terlarut dan fase tidak terlarut. Nilai *recovery* dari ampas jeruk keprok sudah masuk ke dalam kisaran *recovery* yang baik yaitu berkisar antara 80% hingga 120% (Hermita, 2004 dalam Sukarno, 2014). Nilai *recovery* yang tidak mencapai angka 100% terjadi karena adanya logam yang tidak terbaca oleh AAS, hal tersebut dapat dipengaruhi adanya logam yang masih berikatan dengan molekul organik sehingga mempengaruhi hasil perolehan kembali dari kadar logam (Sukarno, 2014).

Gambar 13. merupakan grafik relatif distribusi Cd pada fase terlarut dan tidak terlarut dari dua jenis pektin yang berbeda. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa kedua jenis pektin memiliki kemampuan untuk menyerap logam Cd. Namun pektin dari ampas jeruk keprok lebih banyak menyerap logam karena menghasilkan nilai distribusi Cd pada fase tidak terlarut 0,7% lebih tinggi dibandingkan pektin komersial.

Efektivitas pektin ampas jeruk keprok dalam penyerapan logam Cd disebabkan karena pektin ampas jeruk keprok yang dihasilkan merupakan *Low Metoksil Pectin* (LMP). Hal ini mengacu pada teori dari Hariyati (2006) pektin dari ampas jeruk Pontianak dari hasil ekstraksi asam memiliki kadar metoksil sebesar 4,87-6,95 %. Pektin dengan kadar metoksil yang rendah dapat membentuk gel saat berikatan dengan ion logam bivalen, sifat ini menyebabkan LMP dapat menjadi senyawa pengikat logam. Perbedaan proses pengikatan logam Cd oleh pektin juga dapat dipengaruhi oleh derajat esterifikasi pektin.

Pektin dengan derajat esterifikasi yang semakin rendah akan meningkatkan penyerapan logam karena memiliki gugus aktif yang semakin banyak (Kurniasari *et al.*, 2012).

Selain dari ampas jeruk keprok, pektin dapat diperoleh dari sumber lainnya. Pektin dari kulit buah kakao dapat menyerap logam Cu dan Zn (Maulidiyah *et al.*, 2014). Penelitian lain menyebutkan persentase penyerapan logam kadmium oleh pektin jeruk dan pektin kulit durian sebesar 38,43% dan 10,52% (Wong *et al.*, 2008). Dari hasil penelitian yang diketahui, pektin dari ampas jeruk keprok dapat menjadi bioabsorben untuk logam Cd yang terkandung di dalam kerang hijau setelah penggorengan. Pektin mampu untuk mengikat ion logam berat secara selektif karena afinitas ion logam berat lebih tinggi dibandingkan afinitas dari ion logam esensial seperti kalsium, magnesium, dan kalium (Eliaz *et al.*, 2007). Berdasarkan hal tersebut, pektin dari ampas jeruk keprok dapat dijadikan suplemen yang bertujuan untuk mengurangi risiko akumulasi logam kadmium dalam saluran pencernaan setelah mengkonsumsi kerang hijau yang tercemar logam kadmium.

