



ANALISIS KANDUNGAN MIKRONUTRIEN PADA CANGKANG KERANG HIJAU (*Perna viridis*) DI PESISIR RANDU SANGA KULON BREBES

Isnaeni Kusuma¹⁾, Dyahruri Sanjayasari^{1,2*)}

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah Indonesia

²Pusat Riset Biodiversitas dan Maritim, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

*E-mail: isnaenikusuma@gmail.com

ABSTRAK

Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu jenis kerang yang digemari masyarakat, memiliki nilai ekonomis dan kandungan zat gizi yang baik untuk dikonsumsi. Pengolahan kerang hijau menghasilkan limbah padat yang cukup tinggi sehingga diperlukan upaya pemanfaatan cangkang kerang hijau dengan mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan mikronutrien yang terdapat dalam cangkang kerang hijau di Perairan Randusanga Kulon, Brebes dan mengetahui bagaimana meminimalisir limbah cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan limbah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan sampel yang diperoleh dianalisis menggunakan XRF Spektrofotometri. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa sampel kerang mengandung 18 unsur yakni Ca, Si, Al, Mg, Sr, Fe, K, Cl, S, P, Ti, Sn, Mn, Cr, Br, Cu, Co, dan Zn dengan setiap unsur memiliki kadar yang berbeda. Kadar tertinggi adalah unsur kalsium (Ca) sebesar 33%, silika (Si) sebesar 0,651% dan alumunium (Al) 0,291%. Kadar terendah yang ditemui adalah Seng (Zn) sebesar 0,0007%. Meminimalisir limbah cangkang kerang hijau dengan mengetahui unsur mikronutrien yang terkandung dalam cangkang dengan melakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui pemanfaatannya dalam berbagai industri maupun kehidupan sehari – hari.

Kata Kunci: cangkang kerang hijau, limbah cangkang, pemanfaatan cangkang, mikronutrien, *Perna viridis*

ABSTRACT

Green mussels (*Perna viridis*) are type of shellfishes that are popular because they, have high economic value and good nutritional content for consumption. Processing green mussels produces quite high levels of solid waste, therefore efforts are required to utilize green mussel shells by reducing negative impacts on human health and the environment. The aim of this research is to determine the micronutrient content in green mussel shells from Randusanga Kulon Waters, Brebes and to optimize its utilization and reducers in green shell waste. The method used in this research was a descriptive method with the samples obtained being analyzed using XRF Spectrophotometry. The results of this research showed that the shell of green mussel samples contained 17 elements, namely Ca, Si, Al, Mg, Sr, Fe, K, Cl, S, P, Ti, Sn, Mn, Cr, Br, Cu, Co, and Zn with each elements have different levels. The highest levels are calcium (Ca) with 33%, silica (Si) with 0.651% and alumunium (Al) with 0.291%. The lowest level found was Zinc (Zn) with 0.0007%. Minimizing green mussel shell waste by knowing the micronutrient elements contained in the shells by conducting further studies to find out their further use in various industries and daily life.

Keywords: green mussel's shell, shell waste, utilization of shell, micronutrients, *Perna viridis*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sumberdaya laut yang besar dan belum banyak dimanfaatkan. Kerang merupakan salah satu sumber daya laut yang banyak dimanfaatkan, perairan Indonesia menyediakan sumberdaya kerang yang beragam dan melimpah (Kastoro W, 1982). Kerang hijau merupakan komoditi perikanan yang telah lama dibudidayakan sebagai usaha sampingan masyarakat nelayan. Teknik budidayanya tergolong mudah dan tidak memerlukan modal besar, kerang dapat dipanen setelah mencapai umur 6-7 bulan, dengan hasil panen per hektar mencapai 200-300 ton kerang per tahun (Power *dkk.*, 2004).

Banyaknya potensi kerang yang dihasilkan di Indonesia membuat sebagian masyarakat hanya memanfaatkan dagingnya sedangkan pada bagian cangkang belum dimanfaatkan secara optimal. Akibatnya muncul permasalahan berupa menumpuknya cangkang kerang di pesisir Banyuasin yang memiliki produksi kerang yang cukup tinggi (Nazir, 2020). Dampak yang ditimbulkan dari limbah cangkang kerang hijau yakni mengganggu aktivitas masyarakat, limbah yang hanyut dan terapung memenuhi tepian pantai menyebabkan nelayan sulit melabuhkan perahunya didaratkan, selain itu polusi yang ditimbulkan menjadi faktor penting bagi keselamatan nelayan yang berhubungan di daerah laut, pantai, dan sekitarnya (Fitriah *dkk.*, 2018).

Pengelolaan kerang hijau mengakibatkan limbah pada yang cukup tinggi, sehingga dibutuhkan upaya pemanfaatan cangkang kerang hijau untuk mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Saat ini pemanfaatan cangkang kerang hijau hanya sebagai hiasan dinding, hasil kerajinan, atau sebagai bahan campuran pakan ternak dan jarang dimaksimalkan pemanfaatannya di bidang kesehatan. Kerang hijau mempunyai potensi sebagai sumber kalsium yang tinggi sehingga dapat dijadikan inovasi baru untuk menangani masalah mengenai tulang yakni osteoporosis (Fitriah *dkk.*, 2018).

Pemanfaatan cangkang kerang hijau diharapkan mampu menekan potensi limbah cangkang kerang sebagai sumber permasalahan bagi lingkungan. Melalui teknik pengolahan yang tepat cangkang kerang dapat diolah menjadi berbagai produkolahan makanan yang tinggi kalsium. Cangkang kerang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat dan kalsium aktif serta terbentuk dari lapisan *calcite* dan *aroganite* (Karnkowska, 2005). Mengingat besarnya potensi mikronutrien pada cangkang kerang, oleh karena itu perlu dilakukan kajian terkait kandungan mikronutrien pada cangkang kerang hijau dan potensi pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari maupun pada dunia industri. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kandungan mikronutrien yang terdapat dalam cangkang kerang hijau di Perairan Randusanga Kulon, Brebes serta mengetahui bagaimana meminimalisir limbah cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan kandungan mikronutrien pada limbah cangkang kerang hijau.

2. METODELOGI PENELITIAN

2. 1. Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli dan Agustus 2023. Pengambilan sampel dilakukan di Pesisir Randu Sanga Kulon Kabupaten Brebes Jawa Tengah. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Geologi Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman.

Bahan pada persiapan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dan air. Sedangkan bahan pada analisis XRF Spektrofotometri yang digunakan adalah bubuk pengikat (Wax Binder). Peralatan yang digunakan pada persiapan sampel dalam penelitian ini adalah timbangan digital (Idealife 50 x 0,001g), *coffe grinder* (Kris coffe grinder 60 gr), oven (Memert UN 110), freezer (Midea), sarung tangan lateks, nampan, alat bedah, loyang, mortar alu, plastik, label, spidol permanen, dan tisu. Peralatan pada analisis XRF Spetofotometri yang digunakan adalah X-Ray Fluorescence spectrometer (XRF) (NEX CG Rigaku), mesin pengepres (MT 100T Pressing Machine), dan timbangan digital (Krisbow precision scale).

2. 2. Preparasi Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni menggunakan metode deskriptif dengan melakukan pembuatan tepung cangkang kerang hijau serta analisis kandungan mikronutrien pada tepung cangkang kerang hijau menggunakan XRF Spektrofotometri dan ditampilkan dalam bentuk tabel.

2.3. Preparasi sampel

Sampel yang sudah diambil dari lokasi penelitian kemudian dibersihkan menggunakan air dan pisau. Setelah itu, kerang dibedah dan diambil bagian cangkangnya. Cangkang kerang hijau basah ditimbang, setelah itu disusun pada loyang aluminium dan dioven dengan suhu 100°C selama 4 jam. Kemudian loyang diambil dan dibiarkan hingga dingin. Cangkang kerang hijau yang sudah kering ditimbang kembali dan dihancurkan menggunakan alu, setelah cangkang menjadi bentuk yang lebih kecil, cangkang tersebut lalu dihaluskan dengan menggunakan coffe grinder, setelah itu sampel disaring menggunakan saringan berukuran 200 mesh, sampel yang sudah disaring dimasukan ke dalam plastik serta diberi label dan siap dianalisis.

2.4. Uji XRF

Uji XRF dilakukan untuk mengetahui kadar unsur yang terkandung di dalam sampel menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) spektrofotometri (NEX CG Rigaku). Langkah – langkah analisis menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) spektrofotometri (NEX CG Rigaku) adalah sampel cangkang kerang yang sudah dihaluskan kemudian disiapkan, sampel ditimbang dengan berat 6 gr dan ditambah bubuk pengikat (binder) 1gr, setelah itu masukkan pelat pengepres ke dalam cup sebagai alas, sampel yang dimasukan ke dalam cup pada bagian ring yang berdiameter 2,6 cm yang ada pada alat pengepres, lalu alu pengepres dimasukan ke dalam alat pengepres dengan tekanan 5 town selam 5 menit, setelah dipadatkan sampel dimasukan pada alat X-Ray Fluorescence (XRF) Spektrofotometri (NEX CG Rigaku). Atur program untuk analisis dengan lama waktu 10 menit, setelah itu hasil analisis akan muncul pada layar monitor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan mikronutrien pada cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dari Pesisir Randu Sanga Kulon Kabupaten Brebes yang meliputi jenis dan kadar unsur yang dapat diamati pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan Mikronutrien Cangkang Kerang Hijau

No.	Jenis Unsur yang Terkandung	Kadar Unsur (%)	Kadar Unsur (ppm)
1.	Ca	33,00	330.000
2.	Si	0,651	6.510
3.	Al	0,291	2.910
4.	Mg	0,182	1.820
5.	Sr	0,162	1.620
6.	Fe	0,159	1.590
7.	K	0,125	1.250
8.	Cl	0,113	1.130
9.	S	0,092	920
10.	P	0,0251	251
11.	Ti	0,0153	153
12.	Sn	0,0084	84
13.	Mn	0,0074	74
14.	Cr	0,0047	47
15.	Br	0,0039	39
16.	Cu	0,0016	16
17.	Co	0,0015	15
18.	Zn	0,0007	7

Berdasarkan analisis kandungan mikronutrien cangkang kerang hijau pada **Tabel 1**. Hasil analisis data diperoleh bahwa sampel cangkang kerang hijau mengandung 18 jenis unsur, yakni Ca, Si, Al, Mg, Sr, Fe, K, Cl, S, P, Ti, Sn, Mn, Cr, Br, Cu, Co, dan Zn, dengan setiap unsur memiliki kadar yang berbeda. Kadar tertinggi adalah unsur kalsium (Ca) sebesar 33%, sedangkan untuk kadar terendah adalah seng (Zn) sebesar 0,0007%. Terdapat beberapa unsur yang berpotensi membahayakan bagi biota laut yakni Cr, Cu, dan Zn. Akan tetapi kadar yang ditemukan dengan nilai yang rendah, secara berurutan 0,0047%, 0,0016%, dan 0,0007%. Tiga dari unsur teratas pada **Tabel 1**, yaitu Ca sebesar 33%, Si sebesar 0,651%, dan Al sebesar 0,291%.

Cangkang kerang hijau memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi sebesar 95,6% diikuti dengan kandungan silika (SiO_2) sebesar 0,73% dan aluminium oksida (Al_2O_3) sebesar 0,13%. Kandungan kalsium karbonat yang ada menunjukkan tingkat kekerasan cangkang kerang, semakin keras cangkang kerang maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO_3). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi dapat digunakan untuk menurunkan kadar besi, kalsium karbonat (CaCO_3) bereaksi dengan asam kuat dan ion logam yang terlarut dalam air dapat mengendapkan komponen logam sehingga dapat menurunkan kandungan besi (Fe) (Masnah & Chandra, 2012). Selain itu kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang dapat dimanfaatkan untuk aplikasi rekayasa jaringan (Hoque *dkk.*, 2013).

Tabel 2. Kandungan Mikronutrien Cangkang Kerang Hijau

No.	Jenis Unsur yang Terkandung	Kadar Unsur (%)
1.	CaCO_3	95,60
2.	SiO_2	0,73
3.	Al_2O_3	0,13
4.	Fe_2O_3	0,05
5.	CaO	53,38
6.	MgO	0,03
7.	K_2O	0,02
8.	Na_2O	0,44
9.	SO_3	0,34
10.	Cl	0,02
11.	SO_4	0,11

(Sumber : Lertwattanaruk *dkk.*, 2012)

3.1 Sifat dan Karakteristik Mikronutrien Pada Limbah Cangkang Kerang Hijau di Perairan

Berdasarkan hasil yang diperoleh terdapat 18 unsur mikronutrien yang berada di dalam cangkang kerang hijau yakni kandungan kalsium (Ca) didalam sampel mempunyai kadar yang paling tinggi yakni 33%, hal ini dapat disebabkan oleh pembentukan cangkang kerang untuk perlindungan tubuh dengan melibatkan penggunaan kapur (CaCO_3), yakni kalsit dan araganit yang merupakan bentuk biominerak yang ada pada air dan zat organik lain. Adanya Ca juga digunakan dalam pembuatan cangkang pada saat larva glokidium. Larva kerang membuat komponen selama proses metabolisme dalam tubuh, lapisan ini berwarna putih, rapi serta mengkilap dari segi fisik (Nur, 2017).

Kandungan silika (Si) yang terdapat dalam cangkang kerang memiliki kadar unsur tertinggi setelah (Ca) atau kalsium, silika merupakan salah satu nutrisi yang penting. Keberadaan silika bagi kehidupan perairan tidak terlalu berbahaya, karena keberadaannya tidak menimbulkan suatu masalah. Pasir atau tanah liat yang berada dalam air menjadi sumber dari silika (Umiatun *dkk.*, 2017). Kandungan unsur yang paling umum adalah aluminium (Al), dalam lingkungan asam, air kaya Al dapat mengubah ion internal dan keseimbangan air suatu organisme. Terganggunya pengendalian ion dalam tubuh organisme merupakan dampak berbahaya yang terjadi pada pH dan konsentrasi Al yang rendah, meskipun kepekaan suatu organisme terhadap keasaman dan konsentrasi Al sangat bervariasi (Ihsan, 2014).

Magnesium (Mg) merupakan unsur melimpah yang terlarut dalam air laut dan menempati urutan kedelapan dalam hal kelimpahan, yaitu sekitar 2% dari berat kerak bumi. Magnesium adalah mineral yang ditemukan dalam jumlah besar pada batuan seperti olivin, magnetit, dan dolomit.

Magnesium terdapat dalam air laut, lapisan garam, dan air garam bawah tanah (Ansyori, 2019). Strontium (Sr) merupakan kation terhidrasi, strontium dapat ditemukan dalam air dalam bentuk molekul strontium sulfat (SrSO_4) dan strontium karbonat (SrCO_3). Karena strontium sulfat lebih mudah larut dibandingkan senyawa lain, strontium sulfat dapat ditemukan dalam cairan yang mengandung sulfat (Malina, 2004)

Kandungan unsur (Fe) dalam sampel tergolong tinggi, hal ini karena unsur Fe merupakan komponen alamiah di dalam tubuh kerang dan dapat berasal dari lingkungan sekitar. Unsur Fe terdapat pada jaringan yang membentuk kompleks dengan protein (Kustiyariyah, 2005). Kerang dapat mengonsumsi segala yang melewati cangkangnya (bivalvia) dan menggunakan cangkangnya untuk menyerap logam berat (Tukan *dkk.*, 2022)

Kalium (K), salah satu unsur mikronutrien yang terdapat pada kerang, memiliki kandungan unsur yang relatif tinggi. Umumnya, hidup kerang hijau menyerap air laut yang mengandung sejenis garam bernama KCl. Cairan intraseluler makhluk hidup, termasuk kerang, mengandung ion K^+ , yang ditemukan dalam sistem kehidupan dan membantu menjaga keseimbangan asam-basa dalam sel. Selain itu, kalium dapat terlibat dalam reaksi enzimatik proses glikogenesis dan transfer fosfat dari ATP menjadi asam piruvat (Srimarina, 2015) .

Klorin (Cl) merupakan unsur yang jarang ditemui dalam bentuk bebas di bumi. Secara umum, klorin sering ditemukan dalam air laut sebagai ion klorida atau digabungkan dengan unsur atau senyawa lain untuk menghasilkan garam natrium klorida (NaCl) (Hasan, 2006). Sulfur (S) merupakan komponen yang berperan penting dalam protoplasma, belerang (S) merupakan unsur penting bagi kehidupan. Beberapa bentuk belerang (S) organik dan anorganik. Jenis belerang yang dominan di tanah dan air adalah belerang anorganik, berbentuk sulfat (SO_4^{2-}). Salah satu anion utama dalam air adalah ion sulfat terlarut, yang menempati urutan kedua setelah bikarbonat sebagai bentuk oksida utama belerang. Belerang air berasosiasi erat dengan ion hidrogen dan oksigen (Effendi, 2003).

Fosfor (P) merupakan elemen struktural dan fungsional yang penting bagi semua bentuk kehidupan. Fosfor alami ditemukan dalam air sebagai ion fosfat, merupakan unsur penting bagi pertumbuhan dan metabolisme makhluk laut. Setelah diserap oleh fitoplankton, ion fosfat berupa H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} masuk ke dalam rantai makanan (Makatita *dkk.*, 2014). Titanium (Ti) merupakan unsur yang tersebar luas dan menempati urutan ke sembilan di kerak bumi dalam hal kelimpahan (0,63%). Titanium dapat ditemukan di alam sebagai mineral. Banyak mineral yang mengandung sumber titanium, namun dua yang paling umum adalah rutil (TiO_2) dan ilmenit (FeTiO_3), yaitu titanium dioksida (Goenhartha & Sjafei, 2005).

Timah (Sn) memiliki sumber utama yakni mineral *cassiterite* (SnO_2) dan sejumlah kecil sulfida, termasuk *thealite*, *cylindrite*, *stanite*, *franceite*, dan *kanfieldite*. Intrusi granit (magma beku) merupakan tahap awal terjadinya mineral pada timah. Air masuk ke dalam retakan batuan melalui proses pneumatolitik hidrotermal sehingga menimbulkan reaksi (Mardiah, 2018).

Mangan (Mn) merupakan mineral beku yang dapat digunakan sebagai pengganti besi. Mn(II) umumnya ditemukan pada konsentrasi 0,01% pada batuan beku ultrabasa, basaltik, granitik, dan syenitik. Karena Mn^{2+} berasal dari dasar laut, khususnya cairan ventilasi hidrotermal, yang terdapat dalam konsentrasi tinggi dan bervariasi dari ratusan hingga ribuan mikromol per kilogram, pelapukan silikat dapat menjadi sumber senyawa Mn^{2+} ke air permukaan dan tanah (Johnston, 2000).

Kromium (Cr) di perairan berasal dari faktor manusia yang berlangsung secara antropogenik seperti tumpahan minyak, aktivitas kapal, limbah pestisida dan pupuk pertanian, serta sampah rumah tangga (Azhar *dkk.*, 2012). Selain itu, kandungan (Cr) kerang di perairan laut sebagian besar berasal dari emisi kendaraan bermotor, sektor pertanian, dan pengecoran baja sederhana (Yunus *dkk.*, 2014). Bromin merupakan unsur yang memiliki toksisitas yang tinggi dan mudah terbakar sehingga memerlukan penanganan yang cermat. Fakta bahwa bromin kurang elektronegatif dibandingkan fluor dan klor memungkinkan dari kedua senyawa tersebut mengoksidasi ion bromida menjadi brom, yang merupakan salah satu karakteristik brom yang paling signifikan. Reaksi oksidasi ion halogen, merupakan reaksi oksidasi ion halogen dengan unsur halogen tertentu, memiliki keelektronegatifan yang lebih tinggi. Proses ini dapat menghasilkan air brom dari senyawa bromida yang berasal dari reaksi ini (Kesner, 2014).

Kandungan unsur tembaga (Cu) berasal dari aliran sungai yang membawa pestisida ke laut dan kegiatan pengecatan kapal yang berfungsi mencegah perkaratan pada lambung kapal merupakan

sumber tembaga (Cu) di perairan (Falah *dkk.*, 2018). Penggunaan tembaga dalam produksi insektisida dan pupuk, dapat berkontribusi terhadap polusi dari limbah pertanian (Mahendra *dkk.*, 2018). Kandungan cobalt (Co) yang terdapat pada tumbuhan, tanah, dan hewan dalam tingkat yang bervariasi. Banyak makhluk bergantung pada kobalt untuk berbagai fungsi. Pada mamalia, kobalt merakan bagian penting dari vitamin B12, yang dikenal sebagai cobalamin, yang bertanggung jawab untuk regenerasi sel darah merah dan mendukung fungsi otak serta sistem saraf yang sehat (Hawkins, 2001).

Seng (Zn) merupakan salah satu mineral yang dibutuhkan oleh organisme perairan, khususnya kerang untuk sintesis hemosianin dan enzim dalam jumlah yang relatif rendah. Di sisi lain, konsentrasi seng yang tinggi di dalam air menimbulkan risiko berbahaya bagi makhluk hidup (Wiyarsi & Priyambodo, 2008). Kelebihan zinc dapat ditemukan pada sampah rumah tangga, cat kapal, perikanan, pertanian, dan aktivitas transportasi laut. Dapat digunakan sebagai bahan pewarna (Tukan *dkk.*, 2022). Akumulasi seng pada sedimen menyebabkan terjadinya penumpukan pada dasar perairan sehingga dapat diserap oleh kerang (Amriarni *dkk.*, 2012).

3.2 Potensi Pemanfaatan Mikronutrien Pada Limbah Cangkang Kerang Hijau

Mineral kalsium (Ca) merupakan unsur yang paling banyak ditemukan pada cangkang kerang, kalsium dapat digunakan sebagai tepung untuk membuat berbagai produk olahan kalsium (Fitriah *dkk.*, 2018). Selain itu kandungan kalsium dapat dimanfaatkan sebagai tepung yang menjadi sumber kalsium pada ikan lele (Aryansyah *dkk.*, 2023). Kalsium yang tinggi pada cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (A'yuni *dkk.*, 2019). Silika (Si) merupakan elemen yang dibutuhkan diatom dalam pembentukan dinding selnya. Silika yang diperlukan oleh diatom dalam bentuk yang terlarut dalam air yakni sebagai $\text{Si}(\text{OH})_4$. Berbagai jenis diatom membutuhkan silika dalam jumlah yang berbeda, sehingga saat terjadi perbedaan kandungan silika yang terlarut dalam air maka akan terjadi perubahan kandungan silika, sehingga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan suksesi diatom (Werner, 1977).

Aluminium dapat dimanfaatkan dalam industri makanan, seperti untuk kemasan makanan, kaleng minuman, kemasan pasta gigi, dan barang lainnya, serta dalam industri rumah tangga untuk keperluan memasak atau peralatan dapur. Serbuk aluminium dapat digunakan dalam bahan campuran pembuatan cat (Sugiyarto, 2003).

Magnesium digunakan sebagai bahan tahan api untuk menghasilkan kaca, semen, dan logam (seperti besi dan baja serta logam nonferrous). Dengan kepadatannya, yakni dua pertiga dari aluminium, magnesium merupakan bahan yang memiliki berat sangat ringan, oleh karena itu digunakan dalam pembuatan pesawat terbang dan rudal. Magnesium dapat digunakan untuk berbagai aplikasi non-logam karena kualitas metalurginya yang baik dan banyak penggunaan bahan kimia (Ansyori, 2019).

Strontium (Sr) merupakan salah satu unsur yang kurang diminati dalam produksi massal, namun hal ini berubah dengan ditemukannya berbagai aplikasi komersial yang menggunakan strontium. Strontium telah digunakan dalam industri otomotif dan penerbangan sejak tahun 1970, sehingga meningkatkan permintaan strontium (Bowles, 1991). Strontium (Sr) memiliki manfaat jangka panjang untuk mengobati osteoporosis dan merupakan kation bivalen yang ditemukan dalam struktur mineral tulang, khususnya dalam bidang peningkatan metabolisme (Nakahira *dkk.*, 1999; Daculsi *dkk.*, 1997; Porter *dkk.*, 2004; Cazalbou *dkk.*, 2005).

Dalam dunia industri, besi (Fe) dimanfaatkan pada sektor baja, konstruksi tiang listrik, jembatan, pintu air, rangka bangunan, dan struktur lainnya (Sugiyarto, 2003). Selain itu, besi dapat digunakan dalam bentuk mineral besi oksida sebagai bahan industri dari bijih besi, seperti magnetit, hematit, dan maghemit, yang merupakan mineral oksida besi yang digunakan dalam kemajuan teknologi (Ratnawulan, 2010).

Kalium (K) diperoleh dalam bentuk nitrat (KNO_3), sulfat (K_2SO_4), atau klorida (KCl) dan digunakan sebagai pupuk pada budidaya hidroponik, pertanian, dan hortikultura. 95% kalium yang dihasilkan di seluruh dunia digunakan untuk pupuk pertanian, dan 90% dari kalium tersebut diproduksi sebagai kalium klorida (KCl) (Greenwood & Earnshaw, 1997).

Klorin adalah disinfektan yang digunakan di seluruh dunia dalam pengolahan air minum. Selain itu, klorin dapat dikombinasikan dengan zat lain untuk digunakan sebagai obat. Klorin memiliki dua kegunaan dalam industri pulp, kertas, tekstil, pemutih dan pemurnian. Klorin memiliki kemampuan untuk menguatkan permukaan kertas selain mencerahkan warnanya. Klorin digunakan dalam berbagai

industri kimia untuk memproduksi produk yang mengandung plastik, seperti *poly vinly chloride* (PVC) (Hasan, 2006).

Sulfur (S) juga banyak digunakan pada terapi penyakit kulit seperti jerawat, seborrheik dermatitis, skabies, dan rosasea (Hutagaol, 2018). Belerang dan sistein berinteraksi dalam keratinosit. Sistein merupakan asam amino yang ditemukan dalam stratum korneum dan penting untuk proses keratinisasi secara teratur. Selain itu, belerang juga memiliki sifat antimikroba. Belerang yang dioleskan secara merata akan diubah oleh keratinosit dan mikroorganisme kulit menjadi asam pentathionic. Aktivitas keratolitik belerang dapat membantu menghilangkan jamur dari stratum korneum (Amirah dkk., 2019).

Penggunaan fosfor (P) yang paling umum adalah sebagai pupuk (79%), bahan tambahan makanan (11%), deterjen (7%), dan kegunaan lainnya (3%) (Johnston, 2000). Beberapa industri seperti industri cat, plastik, kaca, makanan, dan farmasi yang banyak menggunakan bahan kimia turunan fosfor, khususnya fosfat dalam bentuk asam fosfat. Asam fosfat digunakan dalam industri makanan sebagai penyedap dan pengawet minuman, natrium hidrofosfat serta natrium karbonat digunakan sebagai penjernih di pabrik gula atau soda kue untuk membuat adonan kue mengembang (Waggman, 1952).

Titanium (Ti) banyak digunakan dalam berbagai kegiatan manusia, termasuk perhiasan, elektronik, peralatan medis, dan barang-barang lain yang membutuhkan kekuatan material yang besar. Titanium mempunyai kekuatan yang sangat baik, ketahanan terhadap korosi, dan toleransi terhadap suhu tinggi, paduan titanium telah menjadi elemen penting dalam sektor penerbangan (Setiawati dkk., 2013).

Timah (Sn) memiliki manfaat sebagai pelapis logam yang mampu menghambat karat dan dapat digunakan sebagai solder, bahan kerajinan cinderamata, paduan logam, dan casing ponsel. Selain itu timah dapat digunakan pada industri agrokimia, penghambat api, kaca, farmasi, dan pelindung kayu. Timah merupakan elemen yang ramah lingkungan, hal ini terlihat dari meluasnya penggunaan kaleng makanan, sehingga tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia (Prodjosantoso dkk., 2011).

Mangan (Mn) memiliki beberapa keuntungan, khususnya di sektor industri dimana aplikasi logam berkembang pesat karena kemajuan teknologi. Beberapa aplikasinya antara lain cat, pupuk, baja, baterai sel kering, dan bahan kimia lainnya (Liu dkk., 2014). Mangan digunakan secara luas baik dalam metalurgi dan non-metalurgi, 90% mangan digunakan dalam metalurgi yaitu proses pembuatan logam seperti *copper manganese* dan *german silver* (Sugiyarto & Suyanti, 2010). Mangan biasanya digunakan dalam industri non-metalurgi untuk membuat baterai, keramik, kaca, dan glasir. Selain itu, mangan digunakan dalam proses produksi uranium dan industri pertanian (Murthy dkk., 2009).

Kromium (Cr) dapat digunakan pada industri elektroplating digunakan sebagai penghambat korosi dan dapat meningkatkan tampilan logam menjadi lebih menarik. Selain itu, sejumlah perabot, termasuk meja, kursi, lampu aksesoris, dan peralatan memasak yang dilapisi krom (Udayani & Amin, 2020).

Bromin (Br) dapat dimanfaatkan dalam bentuk senyawa bromin. Etil bromin dapat digunakan sebagai zat adiktif untuk bensin yang bertimbal (TEL) sebagai pengikat timbal (Shifrin dkk., 1983). Perak bromida merupakan material yang sensitif terhadap cahaya yang digunakan dalam pembuatan film pada fotografi (Malik dkk., 1999). Di dunia kesehatan natrium bromida digunakan sebagai obat penenang (Muchnik, 1968) dan pada bidang pertanian senyawa bromin seperti metil bromida digunakan sebagai salah satu bahan untuk membuat pestisida (Smither dkk., 2004).

Tembaga (Cu) banyak digunakan dalam bidang elektronik dan kelistrikan karena konduktivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan perak. Senyawa Cu juga banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang industri; misalnya, digunakan sebagai fungisida, insektisida, dan bahan antifouling dalam industri cat (Palar, 2012). Selain itu tembaga juga banyak dimanfaatkan dalam industri terutama industri elektroplating, tekstil, dan industri logam (Fitriyah, 2013).

Kobalt (Co) digunakan dalam berbagai aplikasi kimia, mulai dari obat hingga industri. Industri yang banyak memanfaatkan kobalt yakni industri petrokimia dimana kobalt oksida digunakan untuk menghapus belerang dari minyak mentah dalam proses kilang (Hannis & Bide, 2009).

Seng (Zn) merupakan salah satu unsur yang banyak terdapat di alam dan termasuk dalam kategori unsur hara mikro, yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Daintith, 1990). Seng juga dimanfaatkan pada industri dalam tahapan oksidasi peralatan elektronik, kosmetik, pembuatan zat warna dan cat, industri karet serta industri obat salep (Calabrese & Kenyon, 1991).

4. KESIMPULAN

Analisis mikronutrien pada cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Randusanga Kulon Brebes yakni terdapat 18 unsur mikronutrien pada cangkang kerang hijau yakni Ca, Si, Al, Mg, Sr, Fe, K, Cl, S, P, Ti, Sn, Mn, Cr, Br, Cu, Co, dan Zn dengan kandungan tertinggi terdapat pada kalsium (Ca) sebesar 33% sedangkan kandungan terendah terdapat pada seng (Zn) sebesar 0,0007%. Meminimalisir limbah cangkang kerang hijau dapat dilakukan dengan mengetahui unsur mikronutrien yang terkandung dalam cangkang, kemudian memanfaatkannya dengan melakukan kajian lebih lanjut mengenai penggunaan unsur tersebut dalam berbagai industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat dicontohkan dari beberapa unsur yang terkandung seperti kalsium (Ca) yang dapat dimanfaatkan sebagai tepung sehingga dapat diolah menjadi produk olahan yang kaya kalsium.

DAFTAR PUSTAKA

- A.E. Johnston. (2000). *Understanding Phosphorus and Its Use in Agriculture*. European Fertilizer Manufacturers' Association EFMA.
- A'yuni, Q., Widiyanti, A., Ulfindrayani, I. F., Prayogi, Y. R., Arif, S., & Ningsih, A. F. L. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang sebagai Pakan Ternak Berkualitas di Desa Tambak Cemandi Sidoarjo. *Journal of Science and Sosial Development*, 2(2): 62–69.
- Amirah Adlia, Sakinah Aljuffrie, A. A. C., Regitasari, D. A., Anggarini, V., Rahmasari, & Rachmawati, H. (2019). Community Empowerment Through Sulfur Soap Preparation For Dermatitis Prevention. *Journal of Community Service and Engagements*, 1(2): 45–49.
- Amriarni, A., Hendarto, B., & Hadiyanto, A. (2012). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa L.*) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis L.*) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2): 45-50.
- Anam Ansyori, R. S. (2019). Pengaruh Diameter Mata Bor Terhadap Tingkat Kehalusan Permukaan Lubang Bor Pada Proses Permesinan Bor Magnesium AZ31. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 7(1):1–51.
- Anita Wardah Fitriyah. (2013). *Analisis kandungan tembaga (Cu) dalam air dan sedimen di sungai Surabaya*. Diploma Thesis Universitas Negeri Malang.
- Aryansyah, A., Anggoro, S., & Afiati, N. (2023). Penanganan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Sebagai Olahan Produk Kamabako. *Acta Aquatica*, 10(1): 98–102.
- Azhar, H., Widowati, I., & Suprijanto, J. (2012). Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di perairan Wedung , Demak Kabupaten. *Journal of Marine Research*, 1(2): 35–44.
- Bowles, J. E. (1991). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Erlangga.
- Calabrese, E.J dan Kenyon, E. M. (1991). Air Toxics and Risk Assessment. Lewis Publishers Inc.
- Cazalbou, S., D. Eichert, X. Ranz, C.Drouet, C. Combes, M.F. Harmand, and C. R. (2005). Ion Exchanges in Apatites for Biomedical Application. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 16: 405–409.
- Daculsi, G, J.-M. Bouler, and R. Z. L. (1997). Adaptive Crystal Formation in Normal and Pathological Calcifications in Synthetic Calcium Phosphate and Related Biomaterials. *International Review of Cytology*, 172: 129–191.
- Daintith, J. (1990). *A Concise Dictionary of Chemistry*. Oxford University Press.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius.
- Emira Eldina Ihsan, Gusdikal Candra, Nandi Firdaus, Setri Delvita Sari, A. P., (2014). *Aluminium*. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Padang.
- Falah, S., Purnomo, P. W., & Suryanto, A. (2018). Analisis Logam Berat Cu dan Pb pada Air dan Sedimen Dengan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Morosari Kabupaten Demak. *Jurnal Of Maquares*, 7(2): 222–226.
- Fitriah, E., Yuyun Maryuningsih, & Roviati, E. (2018). Pemanfaatan Daging dan Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Sebagai Bahan Olahan Pangan Tinggi Kalsium. *The 7th University Research*

Colloquium, 412–423.

- Goenhartho, S., & Sjafei, A. (2005). Breket titanium (Titanium bracket). *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 38(3): 120. <https://doi.org/10.20473/j.djmk.v38.i3.p120-123>.
- Greenwood, N.N. and Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the Elements*. 2nd Edition. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Grzegors Malina. (2004). Ecotoxicological and Environmental Problems Associated With the Former Chemical Plant in Tarnowskie Gory, Poland. In: *Challenges for Toxicology From Large Contamination Sites*. *Toxicology*, 205(3): 157–172.
- Hannis, S., dan Bide, T. (2009). Cobalt - Definition, mineralogy and deposits. British Geological Survey.
- Hasan, A. (2006). Dampak penggunaan klorin. *J. Tek. Lingk P3TL-BPPT*, 7(1): 90–96.
- Hawkins, M. (2001). Why we need cobalt. *Appl Earth Sci Trans Inst Min Metall Sect B*, 110(2): 66–70.
- Hoque, E., Shehryar, M., & Islam, K. N. (2013). Material Science & Engineering Processing and Characterization of Cockle Shell Calcium Carbonate (CaCO₃) Bioceramic for Potential Application in Bone Tissue Engineering. *J Material Sci Eng*, 2(4):2–6.
- Hutagaol, E. R. (2018). *Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Dermatitis Kontak Akibat Kerja Pada Pedagang Ikan di Pasar Tradisional AL-Modern Gudang Lelang, Teluk Betung, Kota Bandar Lampung*. Skripsi. Universitas Lampung.
- K.H Sugiyarto D.S. Suyanti. (2010). *Kimia anorganik logam*, Graha Ilmu.
- Sabarina, Yunus, M., Hamzah, Z., Azlin, N., Ariffin, N., & Muslim, M. B. (2014). Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Ferum and Zinc Levels In The Cockles (*Anadara granosa*) From Kuala Selangor, Malaysia. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18(3):514–521.
- Karnkowska, E. J. (2005). Some Aspects of Nitrogen, Carbon and Calcium Accumulation in Molluscs from the Zegrzyński Reservoir Ecosystem. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(2):173–177.
- Kastoro W. (1982). *Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau (Mytilus viridis) dari Perairan Binaria Ancol Teluk Jakarta Tesis*. Universitas Nasional.
- Kustiyariyah, D. (2005). Buletin Teknologi Hasil Perikanan Kandungan Mineral dan Proksimat Kerang Darah (*Anadara granosa*) yang Diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo. 8(2):15–24.
- Lertwattanaruk, P., Makul, N., & Siripattaraprat, C. (2012). Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering. *Journal of Environmental Management*, 111: 133–141.
- Liu, Y., Lin, Q., Li, L., Fu, J., Zhu, Z., Wang, C., and Qian, D. (2014). Study on hydrometallurgical process and kinetics of manganese extraction from low-grade manganese carbonate ores. *International Journal of Mining Science and Technology*, 24:567–571.
- Makatita, Jan R., Susanto, AB., Mangimbulude., Jubhar. C. (2014). *Kajian Zat Hara Fosfat dan Nitrat pada Air dan Sedimen Padang Lamun Pulau Tujuh Seram Utara Barat Maluku Tengah*. Seminar Nasional FMIPA-UT.
- Mahendra, R., Siaka, I. M., & Suprihatin, I. E. (2018). Bioavailabilitas Logam Berat Pb Dan Cd Dalam Tanah Perkebunan Budidaya Kubis di Daerah Kintamani Bangli. *Ecotrophic*, 12(1): 8.
- Malik, A.S., J. T. Blair, W. A. Bennett, F. J. DiSalvo, and R. H. (1999). Photographic Sensitization of the AgBr(100) Surface and the Effect of Au and S in Latent Image Formation: A Detailed Theoretical Mechanism. *Journal of Solid State Chemistry*, 146(2): 516–527.
- Mardiah. (2018). Karakteristik Endapan Timah Sekunder Daerah Kelayang dan Sekitarnya Kabupaten Bangka Barat. *Promine*, 1(1):1-14.
- Masnah, C., & Chandra, E. (2012). Pengaruh Teknik Progressive Muscle Relaxation (PMR) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di RSUD Raden Mattaher Jambi. *Jurnal Poltekkes*, 6(9).
- Miri, K. (2014). Bromine and Bromine Compounds from the Dead Sea, Israel. *Weizmann Institute of Science*, 297p.
- Muchnik, S. and P. W. G. (1968). Effect of Bromide Ions on Junctional Transmission. *Department of Physiology*, 217: 373–374.
- Murthy, B. V. S., Rao, B. M., & Dubey, A. K. (2009). Geophysical exploration for manganese-some

- first hand examples from Keonjhar district, Orissa. *J.Ind. Geophys. Union*, 13(3): 149–161.
- Nakahira, A., K. Sakamoto, S., Yamaguchi, M. Kaneno, S. Takeda, and M., & Okazaki. (1999). Novel Synthesis Method of Hydroxyapatite Whiskers by Hydrolysis of alpha-Tricalcium Phosphate in Mixtures of Water and Organic Solvent. *Journal of the American Ceramic Society*, 82(8): 1959–2284.
- Nazir, F. N. S. (2020). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau (Perna viridis) Sebagai Bahan Abrasif dalam Pasta Gigi*. Other thesis. Universitas Airlangga.
- Palar H. (2012). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta.
- Porter, A.E., N. Patel, I.N. Skepper, S.M. Best, and W. B. (2004). Effect of sintered silicate-substituted hydroxyapatite on remodelling processes at the bone–implant interface. *Biomaterials*, 25(16): 3303–3314.
- Power, Alan. J, Randal L. Walker, Karen Payne, and D. H. (2004). First occurrence of the nonindigenous green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) in coastal Georgia, United State. *Journal of Shellfish Research*, 23(3): 741–744.
- Prodjosantoso, A. K., Endang Widjajanti L. F.X., & Pranjoto Utomo M. (2011). Sintesis dan Karakterisasi SnO₂ Sebagai Upaya Pengembangan Produk Hilir Timah Putih Untuk Meningkatkan Devisa Nasional. *Journal Penelitian Sainstek*, 16(2): 99-110.
- Ratnawulan. (2010). Karakterisasi Bijih Besi Alam Sebagai Bahan Baku Magnetit Pada Tinta Kering. Program Studi Fisika Universitas Negeri Padang.
- Setiawati, L. D., Rahman, T. P., Nugroho, Dwi Wahyu Nofrizal, R. I., Suryandaru, Yuswono, Siswanto, N., & Rochman, T. (2013). *Ekstraksi Titanium Dioksida (TiO₂) Dari Pasir Besi Dengan Metode Hidrometalurgi*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Shifrin G., A. A. Gureev, V. V. Sokolov, B. P. Kitskii, and S. R. L. (1983). Effects of Alkyllead Antiknock Agents and Scavengers on Carbon Deposit Formation in Engines. 19(3): 129–131.
- Smither-Kopperl, M. L., and D. J. C. (2004). Protected agriculture as a methyl bromide alternative? Current reality and future promise. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 117: 21–27.
- Srimariana, E. S. (2015). Potensi kerang manis (*Gafrarium tumidum*) di pesisir Pantai Negeri Laha, Teluk Ambon sebagai sumber mineral. *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(4), 843–847.
- Sugiyarto, K. H. (2003). Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tukan, G. D., Latumakulita, G., & Riantobi, G. (2022). Analisa Logam Berat Dalam Daging Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Asal Perairan Laut Teluk Lewoleba Lembata. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(3): 263–272.
- Tuti Nur. (2017). *Studi Keanekaragaman Kerang-Kerangan (Kelas Bivalvia) Di Pantai Teluk Bogam Kecamatan Kumai Kabupaten Kotawaringin Barat*. Undergraduate thesis. IAIN Palangka Raya.
- Udayani, W., & Amin, M. (2020). Pengaruh Kombinasi Teknik Pernapasan Buteyko dan Latihan Berjalan Terhadap Kontrol Asma Pada Pasien Asma Dewasa. *Jurnal Ilmiah Keperawatan*, 6(1): 6-12.
- Umiatun, S., Carmudi, C., & Christiani, C. (2017). Hubungan Antara Kandungan Silika Dengan Kelimpahan Diatom Benthik Di Sepanjang Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. *Scripta Biologica*, 4(1): 61-67.
- Wagman, W. H. (1952). Phosphoric Acid, Phosphate and Phosphatic Fertilizer. 2nd. ed. Rein Hold Publ. Corp.
- Werner D. (1977). The Biology of Diatoms. Botanical Monograph., Blackwell Scientific Publication.
- Wiyarsi, A., & Priyambodo, E. (2008). Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. *Jurnal Kimia Universitas Negeri Yogyakarta*, 1(1): 27.