

INTISARI

Asupan kalsium harian yang rendah di Asia, khususnya di Indonesia, masih menjadi masalah serius. Limbah tulang ikan yang melimpah dari industri fillet perikanan di Indonesia, dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium alternatif untuk memenuhi kebutuhan kalsium harian. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan tepung nanokalsium dari limbah tulang ikan yang dengan penambahan MCT pada persentase tertentu mampu meningkatkan bioavailabilitas kalsium dan kepadatan tulang pada model tikus.

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap yaitu: (1) Mengetahui karakteristik tepung kalsium dari beberapa limbah tulang ikan dan menentukan jenis tulang ikan yang menghasilkan tepung kalsium dengan kadar kalsium tertinggi; (II) Penentuan lama waktu autoklaf tulang ikan yang optimal untuk mendapatkan ukuran partikel tepung kalsium nano; (III) Pengaruh pemberian nanokalsium (NK) tulang ikan dan substitusi berbagai persentase substitusi *long-chain triglyceride* (LCT) dengan *medium-chain triglyceride* (MCT) terhadap bioavailabilitas kalsium dan densitas tulang pada tikus *Sprague Dawley*.

Pada penelitian Tahap I, enam jenis ikan sebagai bahan baku produksi fillet terbesar di Indonesia, yaitu ikan nila, patin, kerapu, kakap, tuna, dan tenggiri diautoklaf tulangnya kemudian dihidrolisis alkali untuk mendapatkan tepung kalsiumnya. Jenis tulang yang menghasilkan tepung kalsium dengan kandungan kalsium tertinggi digunakan sebagai bahan baku pada penelitian tahap II. Penelitian Tahap II dilakukan dengan membandingkan lama proses autoklaf (0 jam, 3 jam, 2x3 jam, dan 3x3 jam) dilanjutkan dengan 3 siklus hidrolisis basa (100 °C; 60 menit) terhadap ukuran partikel kalsium yang dihasilkan dan pengaruhnya terhadap kelarutan kalsium *in vitro*. Lama waktu autoklaf yang mampu menghasilkan tepung kalsium dengan ukuran nano digunakan sebagai produk pada penelitian Tahap III. Pada penelitian Tahap III, 35 ekor tikus betina lepas sapih dibagi menjadi 7 kelompok dan diberi pakan bervariasi selama 12 minggu: (1) CCa: pakan standar AIN-93G, (2) C0: pakan standar tanpa kalsium, (3) G0: NK + MCT:LCT 0:100 %, (4) G25: NK + MCT:LCT 25:75 %, (5) G50: NK + MCT:LCT 50:50 %, (6) G75: NK + MCT:LCT 75:25 %, dan (7) G100: NK + MCT:LCT 100:0 %. Parameter yang diuji meliputi kadar kalsium, fosfor dan ALP serum tikus, histomorfometri tibia, kekuatan tulang femur, dan densitas tulang menggunakan μ CT.

Penelitian Tahap I menunjukkan bahwa tulang ikan kerapu menghasilkan tepung kalsium dengan kadar Ca tertinggi (23,24 %) merupakan pilihan terbaik untuk penelitian selanjutnya. Penelitian Tahap II menunjukkan bahwa autoklaf selama 3x3 jam diikuti dengan hidrolisis basa menghasilkan ukuran partikel nano kalsium, 47,47 nm sebanyak 99% dan mengandung 30,73 % Ca. Penelitian Tahap III menunjukkan bahwa kelompok G100 (pakan nanokalsium dengan MCT:LCT 100:0 %) lebih unggul dari diet CCa (pakan AIN-93G) dalam bioavailabilitas kalsium dan fosfor, kekuatan tulang dan *bone volume fraction* (BV/TV) %. Nanokalsium tulang ikan dengan substitusi MCT:LCT 100:0 % merupakan perlakuan paling berpengaruh dibandingkan perlakuan lainnya terhadap bioavailabilitas kalsium mampu membuat tulang tikus berkembang dengan baik, memiliki kepadatan tinggi, dan kuat sepanjang fase pertumbuhan.

Kata Kunci: Limbah tulang ikan, nanokalsium, *medium-chain triglyceride*, bioavailabilitas kalsium, densitas tulang

ABSTRACT

Low daily calcium intake in Asia, especially in Indonesia, is still a serious problem. The abundant fish bone waste from the fishery fillet industries in Indonesia can be utilized as an alternate source of calcium to meet daily calcium requirements. The primary objective of this study was to produce nano-calcium flour from fish bone waste that, when combined with medium-chain triglyceride (MCT) at a specific concentration, increased calcium bioavailability and bone density in rats.

This research was conducted in 3 steps: (I) identifying the type of fish bone that produced calcium powder with the highest calcium content; (II) determining the optimal duration of the fish bone autoclave process to obtain the nano size of calcium powder particles; and (III) Evaluate the providing of fish bone nano-calcium (NK) and various substitution percentages long-chain triglyceride (LCT) to medium-chain triglyceride (MCT) on calcium bioavailability and bone density in Sprague Dawley rats.

In the (I) step: Six species of fish as raw materials for the largest fillet production in Indonesia, including tilapia, catfish, grouper, snapper, tuna, and king mackerel, were autoclaved for their bones and then subjected to alkaline hydrolysis to obtain the calcium powder. The species of bone that generated calcium powder with the maximum calcium content was used as a raw material in the further step. In the (II) step: Determined the duration of the autoclaving process (0 h, 3 h, 2x3 h, and 3x3 h) and 3 cycles of alkaline hydrolysis (100°C; 60 min) which produced the nano size of calcium particles. The duration of the autoclave that produced calcium powder with the smallest nano particle size was used to produce nano-calcium powder for the next step research. In step (III) research, 35 weaned female rats were divided into 7 groups and fed different diets for 12 weeks: (1) CCa: standard diet AIN-93G, (2) C0: standard diet without calcium, (3) G0: NK + MCT:LCT 0:100 %, (4) G25: NK + MCT:LCT 25:75 %, (5) G50: NK + MCT:LCT 50:50 %, (6) G75: NK + MCT:LCT 75:25 %, and (7) G100: NK + MCT:LCT 100:0 %. Parameters tested included levels of calcium, phosphorus and ALP in rat serum, tibial histomorphometry, femur bone strength, and bone density using μ CT.

The (I) step research obtained that the grouper bone-derived calcium powder with the highest Ca content (23.24 %) and yield (50.2 %), was the best candidate for further research. The (II) step research obtained that autoclaving for 3x3 h followed by alkaline hydrolysis resulted in lowest nano-calcium particle size of 47.47 nm consisting of 30.73 % Ca and 18.37% P. The (III) step research obtained that nano-calcium with substitution MCT:LCT 100:0 %. (G100) was superior to AIN-93G (CCa) in calcium and phosphorus bioavailability, bone strength and bone volume fraction (BV/TV) %. Nano-calcium with MCT:LCT 100:0 % substitution was the best treatment among other treatments, allowed the rat's bones to develop normally, have a high density, and remain robust throughout the growth phase.

Key Words: Fish bone waste, nano-calcium, medium-chain triglyceride, calcium bioavailability, bone density