



NANOPARTIKEL KITOSAN LIMBAH CANGKANG RAJUNGAN (PORTUNUS PELAGICUS)

Terhadap Aktivitas Bakteri *Staphylococcus aureus*
pada Pasien Gangren



Liza Yudistira Yusan ; Yuyun Nailufa ; Hari Subagio

Nanopartikel Kitosan Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*.) Terhadap Aktivitas Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Pasien Gangren

Author:

Liza Yudistira Yusan, Yuyun Nailufa, Hari Subagio

Editor:

Lestiono, Nuhman

Penata Letak:

Akbar Rusmanegara

copyright © 2023

Penerbit



Scopindo Media Pustaka

Jl. Ketintang Baru XV No. 25A, Surabaya

Telp. (031) 82521916

scopindomedia@gmail.com

Cetakan Pertama : 05 November 2023

Ukuran : 15,5 cm x 23 cm

Jumlah Halaman : x + 117 halaman

Anggota IKAPI: 241/JTO/2019

Tahun Terbit Cetak: 2023

Tahun Terbit Digital: 2023

ISBN: 978-623-365-579-8

E-ISBN: 978-623-365-580-4 (PDF)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari Penerbit

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Setiap orang yang dengan atau tanpa hak melakukan pelanggaran terhadap hak ekonomi yang sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan ancaman pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 100.000.000 (seratus juta rupiah)

Setiap orang yang dengan atau tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000 (lima ratus juta rupiah).

Setiap orang dengan atau tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau Pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 1.000.000.000 (satu miliar rupiah).

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah selalu kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Waa Ta'ala karena hanya dengan rahmat dan anugerahNya, buku ini telah selesai disusun. Buku ini berisi tentang Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*.) Terhadap *Staphylococcus aureus* pada Pasien Gangren, yang merupakan sumber daya alam dari laut saat ini masih sangat sedikit dikembangkan hasil produknya ataupun limbahnya yang memiliki kebermanfaatan sebagai obat bagi masyarakat.

Manfaat nanopartikel kitosan dari limbah cangkang rajungan adalah sebagai bahan dasar gel kitosan untuk mempercepat penyembuhan luka pada pasien gangren dikarenakan mempunyai aktivitas sebagai antiinflamasi dan antibakteri. Di Indonesia masih sedikit yang melakukan pengembangan sumber daya laut untuk dibuat sebagai sediaan farmasi dalam bentuk gel kitosan yang dapat dijadikan alternatif terapi luka.

Buku ini berisi kutipan-kutipan terkait beberapa hasil penelitian serta review tentang nanokitosan rajungan mulai dari proses pembuatannya, sifat-sifat, uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* hingga hasil analisis. Buku ini berhasil dibuat atas bantuan dana penelitian Riset Dosen Pemula oleh Direktorat Riset

Penulis memohon maaf jika masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam buku ini. Penulis memohon kritik dan saran dari pembaca agar buku ini menjadi lebih baik. Kritik dan saran dapat disampaikan langsung kepada email penulis liza.yusan@hangtuah.ac.id.

Ada banyak pihak yang telah membantu, mendorong bahkan memberikan semangat dalam proses penyelesaian buku ini, untuk itu penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, kiranya Tuhan saja yang akan membalasnya berlipat ganda.

Surabaya, 25 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II KONSEP TEORI	11
2.1 Rajungan	12
2.2 Kitosan	19
2.3 Nanopartikel	22
2.4 Karakterisasi	37
2.5 <i>Staphillococcus aureus</i>	57
2.6 Aktivitas Antibakteri.....	61
BAB III KONSEP DASAR METODE	73
3.1 Isolasi Kitosan.....	74
3.2 Nanokitosan Metode Gelasi Ionik.....	75
3.3 Karakterisasi Nanopartikel Kitosan	76
3.4 Aktivitas Antibakteri Nanokitosan (<i>S.aureus</i>)	78
BAB IV EFEKTIVITAS NANOKITOSAN	81
4.1 Nanokitosan <i>Portunus pelagicus</i>	82
4.2 Aktivitas Antibakteri.....	91
DAFTAR PUSTAKA	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Fase-fase Penyembuhan Luka Kulit	5
Gambar 2.	<i>Portunus sp.</i>	15
Gambar 3.	Cangkang Rajungan	18
Gambar 4.	Struktur Kimia Kitin dan Kitosan	20
Gambar 5.	Struktur komposit yang dibuat dari partikel nano.	25
Gambar 6.	Struktur khas nanopartikel komposit	27
Gambar 7.	Alat Tanur.....	39
Gambar 8.	Gambar Oven dan Desikator	40
Gambar 9.	Skema Peralatan FTIR	41
Gambar 10.	Alat FTIR ATR dan KBR	43
Gambar 11.	Prinsip Alat PSA.....	44
Gambar 12.	Alat PSA.....	45
Gambar 13.	Skema Peralatan SEM	47
Gambar 14.	Alat SEM.....	48
Gambar 15.	Alat <i>Freeze Dry</i>	50
Gambar 16.	Struktur Kimia NaTPP	51
Gambar 17.	Struktur Asam Asetat	52
Gambar 18.	Struktur Hidrogen Klorida	54
Gambar 19.	Struktur NaOH.....	55
Gambar 20.	Aquades	56
Gambar 21.	<i>Staphylococcus aureus</i>	58
Gambar 22.	Apusan nanah dengan pewarnaan gram yang menunjukkan stafilokokus (x 1000).....	61
Gambar 23.	Pembuatan kitosan dari kitin.....	74
Gambar 24.	Hasil FTIR Kitosan Cangkang Rajungan.....	85
Gambar 25.	Hasil FTIR Nanopartikel Kitosan Cangkang Rajungan 1%.....	88

Gambar 26. Hasil FTIR Nanopartikel Kitosan Cangkang Rajungan 2%	89
Gambar 27. (SEM-EDX) : Morfologi (A1) dan Unsur-Unsur Nanopartikel Kitosan Cangkang Rajungan <i>Portunus sp.</i> (A2) pada konsentrasi 1%; Morfologi (B1) dan Unsur-Unsur Nanopartikel Kitosan Cangkang Rajungan <i>Portunus sp</i> (B2) pada konsentrasi 2%	91
Gambar 28. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Nanokitosan Rajungan terhadap <i>Staphylococcus aureus</i>	92

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kualitas Standar Kitosan	21
Tabel 2.	Klasifikasi Struktur Komposit dari Nanopartikel.....	25
Tabel 3.	Hasil Gugus Fungsi FTIR Kitosan.....	86
Tabel 4.	Ukuran Partikel dan PDI Nanokitosan	88
Tabel 5.	Data Diameter Zona Hambat Nanokitosan Limbah Cangkang Rajungan.....	93
Tabel 6.	Hasil Analisis LSD Uji Aktivitas Antibakteri dari Setiap Perlakuan	95

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menyatakan:

Nama dan tanggal permohonan	ECM/2023/01813, 2 November 2023
Pencipta	
Nama	LIZA YUDISTIRA YUSAN, YUYUN NAILIFA dkk
Alamat	Jl. Sandora No. 8 RT 002 RW 002 Kel. Desa Mangrovejaya, Ponorogo, Ponorogo, Jawa Timur, 63413
Kewarganegaraan	Indonesia
Pemegang Hak Cipta	
Nama	LIZA YUDISTIRA YUSAN, YUYUN NAILIFA dkk
Alamat	Jl. Sandora No. 8 RT 002 RW 002 Kel. Desa Mangrovejaya, Ponorogo, Ponorogo, Jawa Timur, 63413
Kewarganegaraan	Indonesia
Jenis Ciptaan	Buku
Judul Ciptaan	Nanoartikel Kitosan Limbak Cangkang Rajangan (Pechans Poligeas.) Terhadap Aktivitas Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i> Pada Pasien Gangren
Tanggal dan tempat dimajukan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	2 November 2023, di Surabaya
Jangka waktu perlindungan	Bertindak selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pendaftaran	000516708

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Domananto
NIP. 196422081991031002

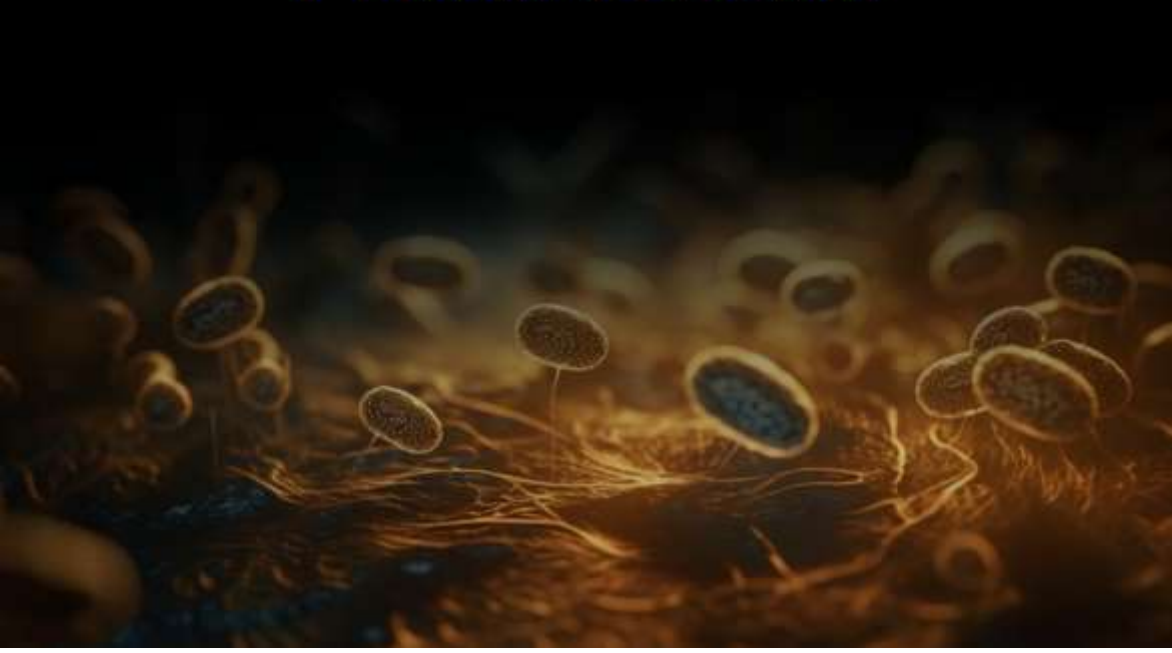
Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.





BAB I

PENDAHULUAN



Indonesia mempunyai keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan industri. Rajungan (*Portunus pelagicus.*) merupakan salahsatu jenis kepiting yang masuk dalam komoditi unggulan Indonesia, baik dalam pengolahan bentuk beku maupun kemasan kalengan. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik(2018) tercatat rata-rata volume ekspor kepiting rajungan periode 2012 – 2017 tumbuh 0,67% per tahun, sedangkan nilaiekspor tumbuh 6,06% per tahun.

Permasalahan inilah yang menyebabkan limbah industri ekspor pada cangkang rajungan yang sangat tinggi. Berdasarkan beberapa pustaka menjelaskan dalam cangkang rajungan mengandung kitosan yang mempunyai aktivitas antibakteri dan juga antiinflamasi. Berdasarkan efektivitas tersebut, kitosan pada cangkang rajungan dapat dikembangkan menjadi alternatif produk farmasi seperti gel topikal. Gel topikal tersebut dimaksudkan untuk dapat membantu proses mempercepat penyembuhan luka dengan harga terjangkau terjangkau. Pada saat ini produk gel topikal yang sejenis yang sudah ada di masyarakat mengandung alginat yang memiliki harga mahal dan produk tersebut berasal dari sumber daya alam tumbuh-tumbuhan.

Di Indonesia cangkang rajungan masih menjadi limbah yang dibuang dan menimbulkan masalah bagi lingkungan karena hamper tidak dimanfaatkan oleh masyarakat. Data statistik menunjukkan negara yang memiliki industri peng- olahan hasil laut menghasilkan 56.200 ton limbah per tahun (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2000). Dalam satu ekor rajungan menghasilkan limbah proses yang terdiri dari 57% cangkang, 3% daging *reject*, dan air rebusan 20%. Rajungan dengan bobot 100-350 gram, menghasilkan limbah cangkang rajungan antara 51-150 gram. Jika produksi rajungan mencapai 600 kg/hari menghasilkan daging rajungan 250 kg sedangkan



350 kg merupakan limbah padat berupa capit dan cangkang (Multazam, 2002).

Meningkatnya limbah cangkang rajungan akan berdampak terhadap fenomena pencemaran dan kerusakan lingkungan apabila tidak dikelola dan ditangani dengan baik. Berdasarkan beberapa penelitian ternyata limbah cangkang ini sangat berpotensi menjadi produk yang lebih bernilai, antara lain yaitu kandungan kitin dan kitosan dibandingkan pemanfaatan yang selama ini hanya sebagai bahan timbunan di tanah serta sebagai aksesoris dan hiasan dinding. Pemanfaatan berupa peningkatan nilai dari limbah cangkang dapat menjadi solusi penanggulangan pencemaran cangkang terhadap lingkungan selain peningkatan pendapatan masyarakat (Multazam, 2002).

Salah satu bahan berkhasiat dari laut yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan farmasi adalah kitin dan kitosan. Sumber utama kitin dan kitosan adalah pada cangkang *Crustaceae sp.*, yaitu udang, lobster, kepiting, kerang-kerangan, rajungan serta hewan yang ber-cangkang lainnya, terutamayang berasal dari laut (Hawab, 2005). Selain itu, cangkang rajungan juga mengandung kitin dan kitosan yang merupakan senyawa biopolimer paling banyak kedua ditemukan di alam setelah selulosa, atau biopolimer. Berdasarkan penelitian kitosan jenis *crustacea* terhadap cangkang kepiting bakau, cangkang rajungan dan cangkang kepiting kappa didapatkan hasil persentase kitosan ter-tinggi 87,30% pada cangkang rajungan dibandingkan cangkang kepiting bakau 76,23% dan cangkang kepiting kappa 79,56% (Ningtyas, 2020)

Kitosan mengandung nitrogen (N) terbanyak yang ada di alam. Adanya nitrogen (N) yang tinggi dalam polimer inilah yang membuat kitin dan kitosan sangat diminati industri. Adanya atom nitrogen dan oksigen pada kitosan dapat membentuk kompleks dengan logam berat. Kitosan juga memiliki sifat-sifat yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair terutama



meminimalisir logam-logam berat, mengkoagulasi minyak atau lemak, serta mengurangi kekeruhan atau sebagai penstabil minyak, pemberi rasa dan juga sebagai lemak dalam produksi pengolahan industri pangan (Rismana, 2004).

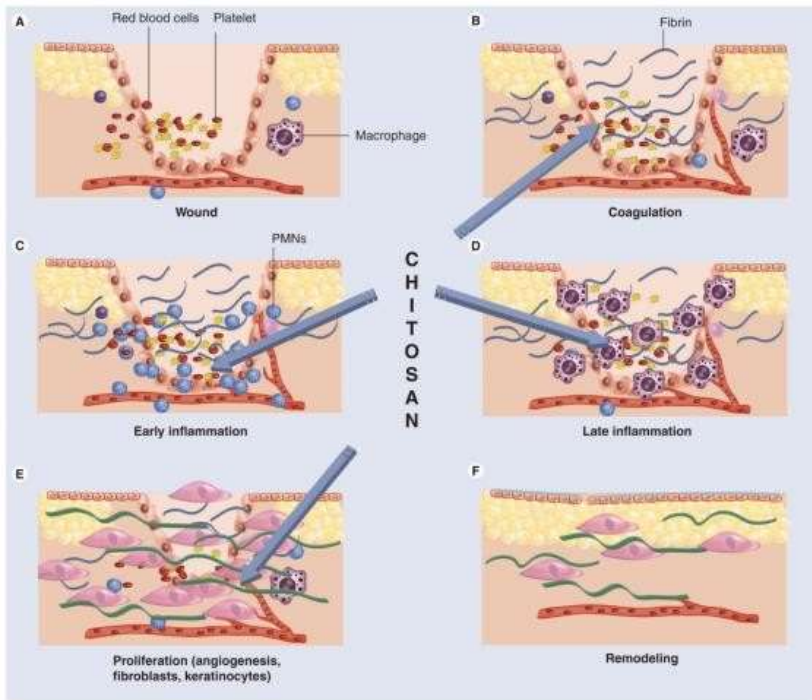
Beberapa penelitian menyatakan bahwa hewan golongan kepiting, termasuk rajungan, memiliki kandungan kitin dan kitosan dengan melalui proses isolasi yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Saat ini kitosan juga bermanfaat dalam bidang farmasi dan telah dilakukan beberapa penelitian seperti penghantaran obat (*drug delivery*), penghantaran protein/peptida/vaksin/gen/oligonukleotida, *wound dressing*, protein binding, bioimaging, zat antimikroba pada makanan, antibakteri pada bahan kemasan makanan dan tekstil, implan, komponen lensa kontak dan enkapsulasi sel (Shariatinia, 2018).

Kitosan, polisakarida alami paling melimpah kedua yang diperoleh dari cangkang *crustacea*, merupakan turunan kitin yang terdeasetilasi sebagian dan campuran d-glukosamin terkait β -(1-4) dan N-asetil-d-glukosamin (Manasa MT, 2023; Negm NA, 2020). Kitosan memiliki keunggulan dibandingkan polisakarida lainnya karena kemudahan dalam melakukan perubahan yang tepat pada posisi C-2 karena struktur kimianya (Manasa MT, 2023; Hebbar S, 2017).

Kitosan yang dibuat dalam bentuk nanopartikel mempunyai ukuran partikel yang memenuhi persyaratan adalah pada rentang dimensi kurang sebesar 1-1000 nm. Nanopartikel yang digunakan sebagai pembawa mengandung bahan yang senyawa aktifnya telah terlarut dan terenkapsulasi (Kurniasari D et.al., 2017). Prinsip pembentukan nanopartikel pada metode gelasi ionik adalah terjadinya interaksi ionik antara gugus amino pada kitosan yang bermuatan positif dengan polianion yang bermuatan negatif. Proses tautan silang terjadi secara fisika. Pada proses ini penggunaan pelarut organik dapat dihindari dan kemungkinan rusaknya bahan aktif dapat dicegah (Mardiyati E

et.al., 2012 dan Ayumi D et.al., 2018).

Kitosan telah ditemukan dalam beberapa penelitian dapat menghambat pertumbuhan mikroba di sebagian besar penelitian (Manasa MT, 2023; Lim Sh, 2003). Sifatnya yang tidak beracun, mudah terurai secara hayati, dan biokompatibilitasnya, serta kemampuan antibakteri dan antiinflamasinya, memfasilitasi berbagai aplikasi kitosan di berbagai bidang seperti farmasi, teknik jaringan, tekstil, kemasan makanan, dan produk pertanian (Manasa MT, 2023; Rinaudo M, 2006; Rodriguez R, 2020). Bakteri diketahui banyak ditemukan dapat tumbuh pada luka terbuka misalkan seperti yang terjadi pada pasien Diabetes Melitus yang mengalami luka dengan disertai infeksi yang biasanya disebut dengan gangren.



Gambar 1. Fase-fase penyembuhan luka kulit



**NANOPARTIKEL KITOSAN LIMBAH CANGKANG RAJUNGAN (*PORTUNUS PELAGICUS.*) TERHADAP
AKTIVITAS BAKTERI *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* PADA PASIEN GANGREN**





BAB II

KONSEP TEORI



2.1. Rajungan

Rajungan merupakan salah satu jenis *crustacea* yang memiliki nilai ekonomis tinggi (Nugraheni, 2016). Rajungan merupakan anggota dari artropoda dengan bagian kaki beruas-ruas dengan 5 pasang kaki, bagian perut yang mereduksi, memiliki eksoskeleton yang merupakan polisakarida dari protein, lemak dan mineral (Pawar, 2017). Rajungan dikenal jugadengan *swimming crab* merupakan salah satu anggota filum yang memiliki tubuh beruas-ruas, memiliki kemampuan berenang cepat sehingga dapat bermigrasi jauh kedalam air (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015).

Rajungan hidup di perairan dangkal dengan substrat berpasir lumpur. *Portunus pelagicus* banyak berada pada areaperairan dekat karang, mangrove dan padang lamun. Rajunganditangkap dalam jumlah besar dan beku di pasaran lokal. Morfologi *Portunus pelagicus* paling mirip dengan jenis *Portunus trituberculatus*. Namun, secara spesifik dapat dilihatdari jumlah duri frontal. Jenis *Portunus pelagicus* berjumlah empat dan berkarapas corak totol-totol, jantan berwarna biru sedangkan untuk rajungan betina hijau pudar.

Rajungan dapat ditemukan pada berbagai habitat yang sangat beragam, yakni ditemukan mulai dari zona intertidal hingga perairan lepas pantai dengan kedalaman 50 m (Edgar, 1990; Kumar et al., 2000). Hal tersebut berkaitan dengan preferensi habitat setiap siklus hidup rajungan, mulai dari habitat larva, yuwana, dan rajungan dewasa. Rajungan umum-nya ditemukan dalam jumlah besar di perairan dangkal dengan substrat berpasir (Hosseini et al., 2012). Peneliti Ng (1998) menyatakan bahwa rajungan menyukai substrat dasar berpasir, hamparan pasir, dan pasir berlumpur. Rajungan dewasa bermigrasi ke arah laut lepas atau ke sisi kanan-kiri mulutestuaria untuk memijah setelah proses kematangan gonad (Potter dan de Lestang, 2000; Bryars dan Havenhand, 2004).



Kangas (2000) menyatakan bahwa migrasi induk yang akan memijah menuju luar estuari atau perairan yang lebih dalam adalah untuk mendapatkan kondisi salinitas dan oksigen terlarut yang sesuai untuk penetasan telur. Faktor suhu dan salinitas merupakan faktor penting yang mempengaruhi distribusi, aktivitas, dan pola migrasi dari rajungan. Perairan yang cenderung hangat merupakan kondisi yang disukai dikarenakan rajungan bergerak sangat aktif dibandingkan pada kondisi dingin. Rajungan juga diketahui memiliki preferensi salinitas pada kisaran 30-40 ppt (Romano dan Zeng, 2006).

Informasi mengenai preferensi habitat rajungan dan distribusi spasialnya menjadi penting dalam konteks pengelolaan sumber daya pesisir. Melalui informasi tersebut, dapat memberikan input bagi strategi pengelolaan dengan melakukan perlindungan habitat rajungan, yang mana sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Zairion (2015). Selain menerapkanaturan *Minimum Legal Size* (MLS), pemberlakuan perlindungan habitat bagi rajungan menjadi sebuah alternatif pengelolaan dalam mencegah terjadinya penangkapan lebih terhadap rajungan muda (yuwana dan pra-dewasa). Hal tersebut dilakukan karena daerah penangkapan nelayan rajungan di Lampung Timur mencakup perairan pesisir dengan kedalaman kurang dari 5 meter, yang mana daerah tersebut mayoritas merupakan habitat yuwana rajungan dan pra-dewasa (Zairion et al., 2014). Terjaganya habitat yuwana rajungan akan meningkatkan rekrutmen yang dapat menyumbang terhadap keberadaan stok dan keberlanjutan sumber daya rajungan.

Pemerintah menyatakan bahwa rajungan salah satu produk ekspor sumber daya laut ketiga terbesar dan ekspor unggulan Indonesia adalah produk olahan kepiting dan rajungan. Pada tahun 2022 ekspor kepiting dan rajungan di Indonesia mencapai 484,23 juta dollar AS dengan volume 29.177 ton (Anonimous, 2023). Meningkatnya permintaan ekspor akan memberikan



dampak pada volume produksi rajungan yang akan terus naik. Peningkatan produksi rajungan akan diikuti dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, baik limbah padatan berupa cangkang atau kulit dan juga limbah cair berupa rebusan (Haryati, 2005). Meningkatnya limbah rajungan akan memberikan dampak pada pencemaran lingkungan apabila tidak segera ditangani.

Wilayah pesisir Gresik Ujung pangkah merupakan pemasok ekspor rajungan (KKP, 2011). Pemerintah Kota Gresik mengakui tingkat penumpukan limbah cangkang rajungan sangat tinggi yang terjadi pada industri maupun para nelayan di sekitar pantai Ujung Pangkah. Hal tersebut disebabkan bagian rajungan yang diekspor hanya bagian dagingnya saja dalam bentuk daging beku sehingga cangkang rajungan dibuang tanpa dimanfaatkan oleh industri maupun nelayan di Ujung Pangkah. Hal inilah yang mendasari penelitian ini untuk memanfaatkan limbahcangkang rajungan yang akan dikembangkan menjadi suatu formula gel kitosan sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa dalam cangkang rajungan banyak mengandung kitin kitosan (Ahyat NM et al., 2017).

Rajungan adalah salah satu bagian dari kepiting dengan taksonomi berdasarkan anggota filum *crustacea* yang memiliki tubuh beruas-ruas. Klasifikasi rajungan (*Portunus pelagicus*) adalah sebagai berikut:

Filum : Arthropoda;
Kelas : Crustacea;
Subkelas : Malacostraca;
Ordo : Eucaridae;
Subordo : Decapoda;
Famili : Portunidae;
Genus : Portunus;
Spesies : Portunus sp.



2.2. Kitosan

Kitosan adalah suatu polisakarida yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin dengan menggunakan basa kuat. Pada umumnya kitosan dibuat dari limbah hasil industri perikanan, seperti udang, kepiting dan rajungan. Kitosan tersebut berasal dari bagian kepala, kulit ataupun karapas. Sedangkan kitin merupakan bahan polimer terdapat pada bahan alam seperti kulit udang, kerang, ketam, *yeast*, serangga dan jamur, yang paling banyak kandungan kitinnya adalah binatang bercangkang (*shellfish*) (Jagtap, 2009). Kitosan juga banyak ditemukan pada sumber alam yang jumlahnya sangat berlimpah dan dapat diperbaharui. Berdasarkan sifat-sifat tersebut maka kitosan mempunyai potensi dapat digunakan secara luas sebagai eksipien pada sediaan oral dan juga sediaan farmasi lainnya seperti gel.

Kitosan merupakan bentuk kopolimer kationik 2-glikosamin dan N-asetil-2-glukosamin. Kitosan memiliki rumus umum ($C_6H_{11}NO_4$) dengan berat molekul rata-rata 120.000 (Jagtap, 2009). Perbedaan dalam segi struktur antara kitosan dan kitin yaitu adanya gugus amino bebas yang reaktif. Kitin alami memiliki Berat Molekul (BM) sebesar 1–2 juta Da, terdiri atas 6.000 – 12.000 unit monosakarida. Hal berbeda terlihat pada BM kitosan yang relatif lebih rendah, dikarenakan adanya pemisahan rantai selama proses transformasi (Schlaak, 2000).

Kitosan adalah senyawa yang berbentuk padatan amorf berwarna putih kekuningan, bersifat polielektrit dan tidak berbau. Umumnya larut dalam asam organik, pH sekitar 4 - 6,5; tidak larut pada pH yang lebih rendah atau lebih tinggi. Kitosan merupakan polimer hidrofilik yang memiliki pKa sekitar 6,5. Kelarutan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi (Mima et al. 1983). Pada gugus amina terdapat atom nitrogen sehingga menyediakan pasangan elektron bebas yang reaktif dengan kation logam.



2.3. Nanopartikel

Nanopartikel merupakan partikel kecil dengan ukuran mulai dari 1 nm-100 nm. Nanopartikel bertujuan untuk meng- atasi kelarutan zat aktif yang sukar larut, memperbaiki bioavailabilitas yang buruk, memodifikasi sistem penghantaran obat, meningkatkan stabilitas zat aktif dan memperbaiki absorpsi. Dalam produk nanoteknologi, suatu partikel didefinisi- kan sebagai objek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat dan transportasinya. Ukuran partikel dapat diklasifikasikan menurut diameternya. Partikel ultra halus serupa dengan nanopartikel dan berukuran antara 1 nanometer hingga 100 nanometer, partikel halus berukuran antara 100 nanometer hingga 2,500 nanometer, dan partikel kasar berukuran antara 2,500 nanometer hingga 10,000 nanometer. Pada kisaran ukuran terkecil, partikel logam yang lebih kecil dari 1 nanometer biasanya disebut gugus atom.

Sifat-sifat nanopartikel sangat bergantung berdasarkan ukurannya dikarenakan dengan ukuran yang lebih kecil dapat mendorong terjadinya perubahan fisik atau kimia yang sangat berbeda. Nanopartikel mempunyai sifat koloid dan efek *optic ultrafast* atau sifat listrik yang dapat mengikuti pada gerakan acak, nanopartikel ini biasanya tidak mengendap, seperti partikel koloid yang biasanya diketahui mempunyai ukuran 1 nanometer hingga 1000 nanometer.

Nanopartikel menjadi jembatan antara material padat dan struktur atom atau molekul. Suatu material padat harus memiliki sifat fisik yang konstan terlepas dari ukurannya, tetapi pada skala nano sifat yang tergantung pada ukuran sering diamati. Tujuan utama dalam membuat bentuk nanopartikel sebagai sistem penghantaran obat adalah untuk mengontrol ukuran partikel, sifat permukaan dan pelepasan zat aktif untuk memperoleh aksi spesifik obat secara farmakologis pada dosis regimennya. Keuntungan dalam menggunakan nanopartikel



menurut Taylor dkk (2013) sebagai sistem penghantaran obat antara lain:

1. Ukuran partikel dan karakteristik permukaan nanopartikel dapat diubah dengan mudah untuk memperoleh targeting obat baik aktif maupun pasif setelah pemberian parenteral.
2. Nanopartikel mengontrol dan melepaskan obat secara perlahan-lahan selama distribusi dan memodifikasi distribusi obat pada target organ dan memperlambat klirens obat sehingga terapi obat dapat meminimalkan efek samping.
3. Pelepasan terkendali dan karakteristik degradasi partikel dapat dimodulasi dengan pemilihan matriks konstituen. Loading obat relatif tinggi dan obat dapat dimasukkan ke dalam sistem tanpa reaksi kimia; hal ini merupakan faktor penting untuk menjaga aktivitas obat.
4. Targeting pada lokasi spesifik dapat diperoleh dengan melekatkan *ligand* pada permukaan partikel atau dengan menggunakan *magnetic guidance*.
5. Sistem dapat digunakan pada berbagai rute pemberian termasuk oral, nasal, parenteral, intra okular, dll.

Ukuran partikel adalah informasi yang paling penting dalam aplikasi praktis partikel bubuk. Biasanya, bubuk dibentuk oleh partikel dengan berbagai ukuran dan, oleh karena itu, perlu untuk mendapatkan tidak hanya partikel rata-rata ukuran tetapi juga distribusi ukuran untuk karakterisasi. Baru-baru ini, metode untuk analisis ukuran partikel telah sangat berkembang. Terutama, alat analisis dengan karakteristik yang menonjol seperti respons yang cepat, pengulangan yang tinggi, dan mencakup berbagai macam partikel ukuran dikembangkan seperti dalam kasus hamburan laser dan metode difraksi (Naito M, 2018).

Karakteristik khusus dari nanopartikel muncul karena pengaruh ukuran yang merupakan faktor struktur umum



partikel. Sebagai contoh, sifat fisik dasar seperti titik leleh dan titik didih menurun dengan adanya superminiaturisasi. Berbagai fungsi seperti aktivitas katalis juga ditingkatkan oleh efek ukuran nano. Namun, kohesi nanopartikel sangat meningkat dengan peningkatan energi permukaan partikel oleh efek ukuran nano, dan kohesi yang kuat menurunkan karakter penanganan nanopartikel (Naito M, 2018).

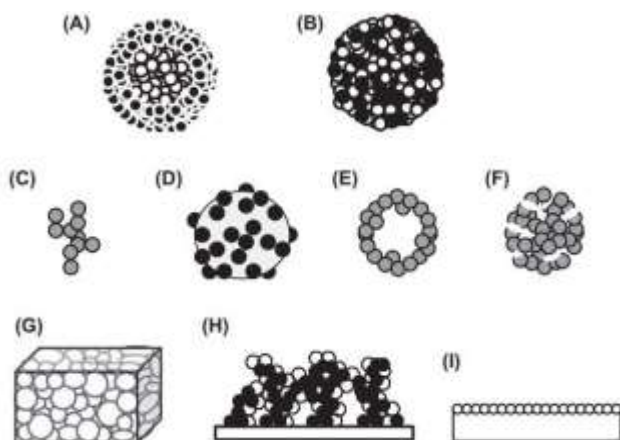
Salah satu metode yang berguna untuk meningkatkan karakter penanganan nanopartikel adalah dengan menerapkan struktur komposit seperti modifikasi permukaan menggunakan nanopartikel. Kontrol struktur komposit seperti modifikasi permukaan akan mengurangi sifat kohesif nanopartikel, dan fungsinya nanopartikel akan muncul dengan lancar. Selain itu struktur komposit yang dibentuk oleh beberapa jenis nanopartikel akan dapat menggabungkan beberapa jenis fungsi, dan diharapkan fungsi baru akan muncul dengan efek menggabungkan beberapa jenis fungsi nanopartikel. Struktur komposit secara kasar dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (1) struktur komposit yang menggunakan nanopartikel, (2) struktur komposit yang dibentuk oleh aglomerasi nanopartikel, dan (3) komposit bodi yang dibuat dengan nanopartikel (Naito M, 2018).

Struktur komposit ini tidak hanya diklasifikasikan oleh situasi aglomerasi nanopartikel tetapi juga oleh struktur pori. Dapat dianggap bahwa dispersibilitas, sifat kohesif, porositas, dan kepadatan kompak adalah sifat fisik dasar dari struktur komposit. Selain itu, struktur komposit ini dapat dibagi menjadi struktur komposit partikel yang dibentuk dengan lebih dari dua jenis partikel yang berbeda, komposit elemen dengan berbagai elemen yang berbeda dan struktur komposit dengan berbagai komposisi yang berbeda. Singkatnya, elemen dan komposisi butiran dan morfologinya menjadi sifat fisik dasar untuk membentuk konstruksi komposit (Naito M, 2018).



Tabel 2. Klasifikasi Struktur Komposit dari Nanopartikel (Naito M, 2018)

No	Klasifikasi	Jenis struktur komposit
1	Struktur komposit menggunakan nanopartikel	(a) kulit inti, (b) internal dispersi, (e) berongga, (f) berpori
2	Struktur komposit terbentuk dari aglomerasi nanopartikel	(a) kulit inti, (b) dispersi internal, (c) aglomerasi, (d) pelapisan (modifikasi permukaan), (e) berongga (f) berpori
3	Badan struktur komposit dibuat dari nanopartikel	(g) benda padat nano, (h) nano benda berpori, (i) film nanotipis.



Gambar 5. Struktur komposit yang dibuat dari partikel nano. (a) Cangkang inti; (b) dispersi internal; (c) aglomerasi; (d) lapisan nanopartikel; (e) berongga; (f) berpori; (g) *bulk body* dari nanograin; (h) benda berpori dari nanograin; (i) lapisan tipis nano (Naito M, 2018)

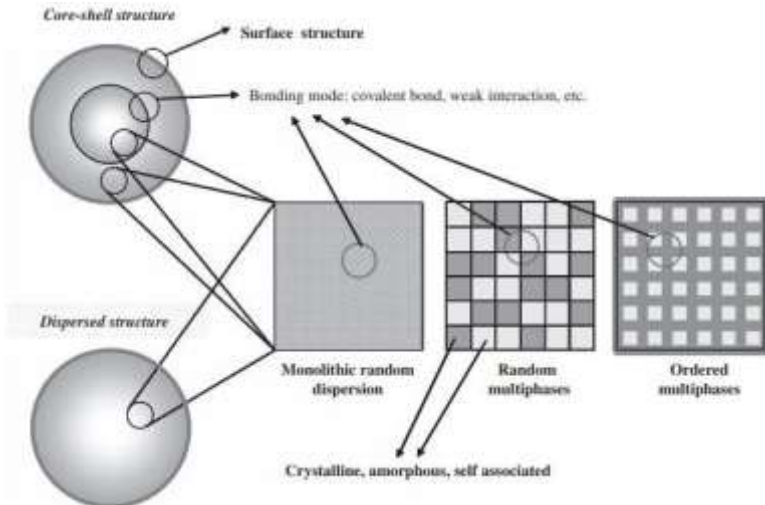
Sifat optik dari nanopartikel ini adalah diukur dengan sistem spektrometri yang umumnya digunakan untuk partikel bubuk biasa. Panjang gelombang cahaya jauh lebih besar daripada ukuran partikel nano. Akibatnya, ada kemungkinan banyak partikel yang diukur sebagai sebuah kelompok. Pengukuran pendaran adalah khususnya metode pengukuran yang efektif untuk pengukuran optik nanopartikel. Prosedur dasar pengukuran adalah supaya lebih melihat sampel dengan sumber eksitasi seperti sinar cahaya atau elektron, untuk melakukan analisis spektral pendaran sampel dengan tepat yang tepat, dan untuk mengukur intensitas cahaya dengan detektor (Naito M, 2018).

Khusus untuk sinar elektron, penyinarannya terfokus ke dalam ruang dengan urutan puluhan nanometer pada suhu rendah dan tegangan telah direalisasikan, sesuai dengan kemajuan dari pengembangan tampilan emisi lapangan modern panel. Oleh karena itu, signifikansinya sebagai eksitasi sumber dalam spektrometri emisi nanopartikel telah meningkat. Karena nanopartikel dan material berstruktur nano memancarkan cahaya yang sangat sedikit akibat ukurannya yang kecil, sistem analitik harus memiliki kemampuan yang memadai dalam pengumpulan emisi, efisiensi spektral, dan sensitivitas detektor (Naito M, 2018).

Dalam pengukuran emisi, metode spektral yang tepat memungkinkan kita untuk menghilangkan cahaya eksitasi dengan energi yang menyimpang dari emisi, sehingga emisi yang lemah dapat dideteksi tanpa dipengaruhi oleh cahaya yang tersebar. Namun demikian, sulit untuk mengontrol ukuran, bentuk, dan komposisi setiap partikel nano secara tepat. Oleh karena itu, pengukuran statistik terhadap banyak partikel harus mengukur penyebaran emisi berdasarkan ketidakhomogenannya. Meskipun penyebaran memungkinkan kita menganalisis karakteristik seperti distribusi ukurannya, namun sulit untuk

mengukur sifat optik dari satu partikel nano dengan cahaya. Sebagai contoh, penerapan metode analisis spektroskopi yang berguna, seperti analisis fluoresensi, inframerah ultraviolet, dan spektroskopi Raman. Spektroskopi dan spektroskopi Raman, untuk agregat nanopartikel hanya memberikan spektrum rata-rata nanopartikel dengan distribusi ukuran dan komposisi (Naito M, 2018).

Nanopartikel dirancang dan disiapkan dengan struktur molekul dan partikel yang dapat menunjukkan fungsi yang diinginkan. Ukuran dan bentuk partikel yang disiapkan sangat penting dalam fungsinya adaptasi. Selain itu, permukaan dan struktur internal umumnya terdiri dari multilayer dan/atau multifase yang mengandung multikomponen untuk menyediakan fungsi yang diinginkan (Naito M, 2018).



Gambar 6. Struktur khas nanopartikel komposit (Naito M, 2018)

Sejauh ini, banyak studi kasus yang telah dilaporkan tentang konstruksi struktur nano. Gambar 6 menunjukkan struktur tipikal partikel nanokomposit. Pertama, partikel memiliki struktur



makro yang terdiri dari permukaan dan bagian internal. Molekul dan atom di lapisan permukaan berada dalam keadaan aktif yang berbeda dari yang ada di bagian dalam, meskipun partikel hanya terdiri dari satu senyawa. Meskipun sifat permukaan ini sendiri berguna dalam aplikasi nanopartikel, permukaan sering dimodifikasi dengan senyawa yang berbeda untuk memberikan fungsi khusus. Struktur internal dapat diklasifikasikan secara sederhana ke dalam matriks monolitik dan konstruksi core-shell. Kapan inti partikel akan kosong atau hanya berisi media, mereka dapat disebut sebagai "partikel berongga" (Naito M, 2018).

Kedua, setiap lapisan permukaan, cangkang, dan inti memiliki satu fase tunggal, multifase acak, atau multifase terurut. Ketika fase tertentu dalam multiphase akan kosong, strukturnya bisa disebut "berpori" (berpori struktur). Fase tertentu yang tersebar di lapisan tidak selalu terisolasi tetapi kadang-kadang terbentang melalui lapisan. Struktur yang meresap seperti itu memiliki banyak efek pada sifat-sifat lapisan. Ketiga, setiap fase dapat berupa kristal atau non-kristal (amorf) dalam susunan molekul. Akhirnya, lapisan dan fase adalah dirakit dengan memanfaatkan ikatan kovalen, gaya *van der Waals*, gaya elektrostatik, ikatan hidrogen, dan sebagainya (Naito M, 2018).

Struktur nanopartikel diperlukan untuk dipegang secara permanen dalam beberapa kasus aplikasi, tetapi, dalam kasus lain, harus dibongkar setelah memainkan peran pada tahap awal aplikasi. Dalam kasus terakhir, struktur baru kadang-kadang diperlukan untuk dipasang kembali oleh mekanisme asosiasi diri untuk memainkan peran selanjutnya. Pengaturan waktu pembongkaran dan pemasangan kembali juga penting untuk menunjukkan fungsi diinginkan. Untuk penggunaan medis dan farmasi, nanopartikel yang telah disiapkan harus dibongkar; kemudian, komponen harus digunakan oleh tubuh atau dihilangkan dari tubuh. Untuk secara efisien dan aman

2.4. Karakterisasi

Karakterisasi pada suatu produk adalah proses dalam mengidentifikasi sifat-sifat kimia dari satu atau lebih komponen suatu zat atau bahan. Teknik karakterisasi digunakan untuk berbagai alasan, seperti:

1. Mengidentifikasi bahan produk, mendeteksi keberadaan pengotor dan pengurai, atau menetapkan profil kimia dari formulasi yang tidak diketahui;
2. Menentukan sifat fisika dan kimia (fisika-kimia);
3. Mengetahui jenis zat (unsur, senyawa anorganik atau fasa);
4. Mengetahui struktur (kristal, non kristal atau *amorf*);
5. Mengetahui kemurnian, kondisi struktur mikro, sifat termal dan sifat listrik.

Pada penelitian pendahuluan biasanya akan dilakukan proses karakterisasi untuk mengetahui kandungan material/senyawa/zat kimia dasar yang terkandung dalam suatu ekstrak maupun suatu isolat senyawa dari sumber daya alam. Proses karakterisasi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai alat untuk dapat dilakukan analisis terhadap kandungan material/senyawa kimia dasar dari komponen yang diteliti. Proses karakterisasi adalah suatu interaksi antara sumber energi dengan karakter tertentu (foton, elektron, neutron, sinar-X, medan magnet, kalor, dsb.) dengan materi yang dikaji. Berdasarkan, jenis sumber energi, model interaksi sinar dengan materi dan respon yang dideteksi setelah interaksi, maka teknik karakterisasi material dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu:



1. Teknik Spektroskopi
Meliputi UV-Vis dan *dFourier Transform InfraRed* (FTIR)
2. Teknik Mikroskopi
Meliputi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).
3. Teknik Difraksi
Meliputi *X-Ray Diffraction* (XRD)
4. Analisa Thermal

Beberapa identifikasi yang dapat dilakukan untuk mengenali karakterisasi suatu ekstrak atau senyawa antara lain:

A. Kadar Abu

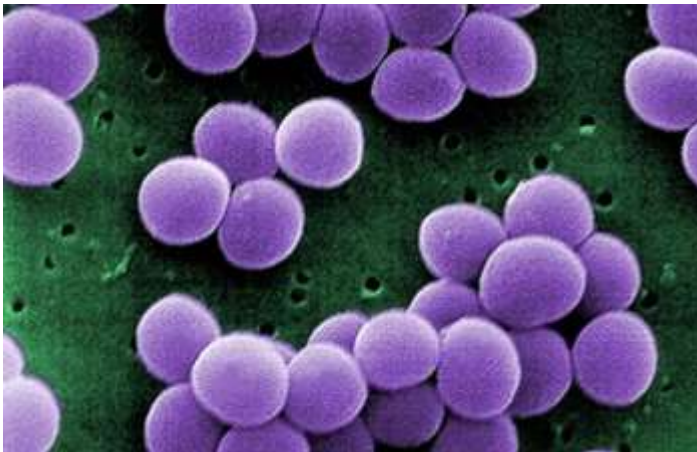
Kadar abu digunakan untuk mengevaluasi nilai kandungan suatu bahan serta menunjukkan total mineral yang bersifat toksik yang terkandung dalam bahan tersebut. Abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan. Mineral yang terkandung pada bahan dalam jumlah sedikit akan memiliki sifat toksik yang sangat merugikan. Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan.

Terdapat dua metode pengabuan antara lain metode pengabuan kering dan metode pengabuan basah. Prinsip pengabuan kering atau langsung adalah dengan mengkondisikan sampel pada suhu yang tinggi, yaitu sekitar 500-600°C. Kemudian hasil pembakaran yang tertinggal ditimbang hingga diperoleh kadar abu. Sedangkan prinsip pengabuan basah adalah dengan menambahkan reagen kimia tertentu ke dalam sampel sebelum dilakukan pengabuan. Lama pengabuan tiap bahan berbeda-beda dan berkisar antara 2 jam sampai 8 jam. Pengabuan dilakukan pada alat pengabuan yaitu tanur yang dapat diatur suhunya.



2.5. *Staphylococcus aureus*

Bakteri merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang tidak bisa dilihat oleh mata langsung. Bakteri merupakan organisme yang jumlahnya paling banyak dibandingkan makhluk hidup lain dan tersebar luas di dunia. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat, laut, udara dan tempat-tempat ekstrem. Bakteri dikenal sebagai agen penyebab penyakit, bakteri juga mempunyai manfaat yang besar bagi kehidupan manusia seperti pemanfaatan bakteri dalam pembuatan yogurt dan antibiotik. Bakteri merupakan sel prokariotik dengan genom berbentuk sirkuler dan mempunyai plasmid. Di dalam tubuh manusia bakteri memberikan manfaat yang banyak antara lain sebagai pertahanan melawan infeksi, berperan dalam sistem imun, sumber nutrient dan menstimulasi pergantian epitel.



Gambar 21. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus mempunyai bentuk kokus, gram positif, koloni bergerombol. *Staphylococcus aureus* mempunyai sifat kagulase positif yang menjadi pembeda dengan spesies *Staphylococcus sp.* lainnya. *Staphylococcus aureus* biasa membentuk koloni abu-abu hingga kuning emas dan pada pembedahan padat berbentuk bulat, halus, menonjol dan berkilau serta membentuk pigmen (Wardani TS, 2021).



2.6. Aktivitas Antibakteri

Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungannya. Perubahan lingkungan dapat mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan fisiologi mikroba. Beberapa kelompok mikroba sangat resisten terhadap perubahan faktor lingkungan. Mikroba tersebut dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan kondisi baru tersebut. Faktor lingkungan meliputi faktor-faktor abiotik (fisika dan kimia), dan faktor biotik (Suryani,2021).

1. Faktor Abiotik

a. Suhu

Pertumbuhan mikroba memerlukan kisaran suhu tertentu. Kisaran suhu pertumbuhan dibagi menjadi suhu minimum, suhu optimum, dan suhu maksimum. Suhu minimum adalah suhu terendah tetapi mikroba masih dapat hidup. Suhu optimum adalah suhu paling baik untuk pertumbuhan mikroba. Suhu maksimum adalah suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba.

Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya, mikroba dapat dikelompokkan menjadi mikroba psikrofil (kriofil), mesofil, dan termofil. Psikrofil adalah kelompok mikroba yang dapat tumbuh pada suhu -3°C dengan suhu optimum sekitar 15°C . Mesofil adalah kelompok mikroba pada umumnya, mempunyai suhu minimum 15°C suhu optimum $25-37^{\circ}\text{C}$ dan suhu maksimum $45-55^{\circ}\text{C}$.

Apabila mikroba dihadapkan pada suhu tinggi di atas suhu maksimum, akan memberikan beberapa macam reaksi. (1) Titik kematian thermal, adalah suhu yang dapat mematikan spesies mikroba dalam waktu 10 menit pada kondisi tertentu. (2) Waktu kematian thermal, adalah waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu spesies mikroba pada suatu suhu yang tetap. Faktor-faktor yang mempengaruhi titik kematian thermal ialah waktu, suhu, kelembaban, spora, umur mikroba, pH dan komposisi medium.



2. Faktor Biotik

a. Interaksi dalam Satu Populasi Mikroba

Interaksi antar jasad dalam satu populasi yang sama ada dua macam, yaitu interaksi positif maupun negatif. Interaksi positif menyebabkan meningkatnya kecepatan pertumbuhan sebagai efek sampingnya. Meningkatnya kepadatan populasi, secara teoritis meningkatkan kecepatan pertumbuhan. Interaksi positif disebut juga kooperasi. Sebagai contoh adalah pertumbuhan satu sel mikroba menjadi koloni atau pertumbuhan pada fase *lag* (fase adaptasi). Interaksi negatif menyebabkan turunnya kecepatan pertumbuhan dengan meningkatnya kepadatan populasi. Misalnya populasi mikroba yang ditumbuhkan dalam substrat terbatas, atau adanya produk metabolik yang meracun. Interaksi negatif disebut juga kompetisi. Sebagai contoh jamur *Fusarium* dan *Verticillium* pada tanah sawah, dapat menghasilkan asam lemak dan H₂S yang bersifat racun (Suryani, 2021).

b. Interaksi Antar Berbagai Macam Populasi Mikroba

Apabila dua populasi yang berbeda berasosiasi, maka akan timbul berbagai macam interaksi. Interaksi tersebut menimbulkan pengaruh positif, negatif, ataupun tidak ada pengaruh antar populasi mikroba yang satu dengan yang lain. Nama-nama interaksi tersebut adalah netralisme, komensalisme, sinergisme, mutualisme (simbiosis), kompetisi, amensalisme (antagonisme), parasitisme dan predasi (Suryani, 2021).

Medium pertumbuhan merupakan sumber nutrisi untuk menumbuhkan mikroba. Mikroba memerlukan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan energi, pembangun sel, sintesa protoplasma dan bagian-bagian sel lain. Setiap mikroba mempunyai



1. Metode Difusi

Pada metode ini, penentuan aktivitas didasarkan pada kemampuan difusi dari zat antimikroba dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada atau tidak adanya zona hambatan yang akan terbentuk disekeliling zat antimikroba pada waktu tertentu masa inkubasi Pada metode ini dapat dilakukan dengan cara yaitu (Etikasari *at al.*, 2017) :

a) Metode *Disc Diffusion* (Difusi cakram)

Metode difusi cakram merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan antibakteri terhadap suatu antibiotik. Pada cara ini digunakan suatu cakram kertas saring (*paper disk*) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji (Ariyani *et al.*, 2018).

b) Metode *Well Diffusion*

Metode *Well Diffusion* atau biasa disebut dengan difusi sumuran merupakan salah satu metode uji aktivitas antibakteri yang dilakukan pada lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji dibuat suatu lubang yang selanjutnya diisi dengan zat antimikroba uji. Kemudian setiap lubang itu diisi dengan zat uji. Setelah diinkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai dengan mikroba uji, dilakukan pengamatan dengan melihat ada atau tidaknya zona hambatan di sekeliling lubang (Etikasari *at al.*, 2017).

c) Metode *Ditch-plate technique*

Pada metode ini sampel uji berupa agen antimikroba yang diletakkan pada parit yang dibuat dengan cara memotong media dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur dan mikroba uji (maksimum 6 macam) digoreskan ke arah parit yang berisi agen antimikroba (Etikasari *at al.*, 2017).

d) Metode *E-Test*





Gangrene

kondisi serius yang terjadi ketika jaringan tubuh mati yang disebabkan oleh kehilangan suplai darah.



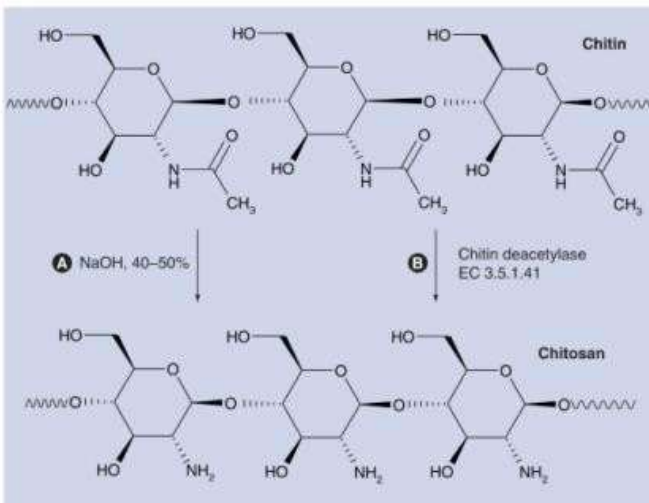
BAB III

KONSEP DASAR METODE



3.1. Isolasi Kitosan

Proses isolasi kitosan dapat diawali dengan dilakukan pembuatan tepung cangkang rajungan yang kemudian dilakukan evaluasi karakterstiknya. Pembuatan tepung cangkang rajungan dapat dilakukan dengan dua metode penepungan, yaitu metode basah dan metode kering. Cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) dicuci hingga bersih, dan dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 7 hari. Kemudian, cangkang kering ini dihaluskan dengan mortar, dan diayak menggunakan ayakan 50 mesh. Kemudian dilakukan tahap pemisahan kitosan dengan metode deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi (Ahyat NM, 2017; Sinardi, 2013).



Gambar 23. Pembuatan kitosan dari kitin; (A) Pembuatan kitosan dari kitin dengan deasetilasi basa; (B) Pembuatan kitosan dari kitin dengan deasetilasi enzimatik (Dai T, 2011)

Pada proses ekstraksi isolasi kitosan dari limbah cangkang rajungan melalui 3 tahap dengan beberapa modifikasi yaitu (Ahyat NM et al, 2017; Robert GAF, 1992; Sinardi, 2013):

- a. Proses deproteinisasi menggunakan larutan NaOH 1N (rasio 1:100b/v), dengan pengadukan konstan kurang lebih 24 jam atau NaOH 3% 1:6(w/v) dipanaskan selama 30 menit pada 85°C dinetralkan air suling hingga pH 7 lalu disaring dengan penyaring Buchner, di oven 35°C selama 24 jam. Hasil berupa padatan bebas dari protein.
- b. Proses demineralisasi menggunakan HCl 1N (rasio 1:15b/v), dengan kisaran suhu perendaman -20°C sampai dengan 22°C. Perendaman dengan pengadukan konstan selama 1jam pada suhu kamar lebih banyak dilakukan untuk meminimalkan hidrolisis pada rantai polimer. Selain itu, bisa dengan cara HCl 1N dengan perbandingan 1:10, diaduk pada suhu 75°C dengan waktu 1 jam dinetralkan hingga pH netral pH 7 dan disaring dipanaskan 35°C selama 24 jam. Hasil isolasi berupa kitin. Pada proses ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali untuk menghilangkan CaCO_3 yang masih tersisa
- c. Deasetilasi. Proses ini. membuat variasi deasetilasi seperti 5% NaOH, 150°C, 24 jam; 40% NaOH, 100°C, 1 jam. Setelah proses deasetilasi, NaOH dikeringkan dan kitosan murni dicuci dengan air deionisasi hingga netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C atau NaOH 45% 1:20(b/v) dipanaskan suhu 110°C dalam waktu 1 jam, lalu dinetralkan hingga pH 7 disaring lalu di oven suhu 80°C selama 24 jam

3.2. Nanokitosan Metode Gelasi Ionik

Nanopartikel kitosan dengan metode gelasi ionik merupakan kompleksasi polielektrolit antara kitosan yang bermuatan positif dengan tripolifosfat yang bermuatan negatif. Pada larutan kitosan dengan konsentrasi (0,1% dan 0,2 %) dibuat dengan cara melarutkan kitosan 0,1 gram ke dalam larutan asam asetat 1% sebanyak 100 ml, kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik secara konstan dengan kece-





BAB IV

EFEKTIVITAS NANOKITOSAN



4.1. Nanokitosan *Portunus pelagicus*

Bahan dalam ukuran nanometrik digunakan sebagai instrumen diagnostik atau bahkan untuk memberikan senyawa terapeutik ke daerah target tertentu secara terkendali dalam nanopartikel dan sistem pengiriman nano, yang merupakan disiplin ilmu yang relatif muda namun berkembang pesat. Dengan memberikan obat yang akurat ke lokasi dan target yang ditentukan, nanoteknologi memberikan banyak keuntungan dalam pengobatan penyakit kronis pada manusia. Penggunaan nanomedisin (termasuk obat kemoterapi, agen biologis, agen imunoterapi, dll.) Dalam pengobatan berbagai penyakit telah baru-baru ini melihat sejumlah penggunaan penting. Melalui pemeriksaan yang cermat terhadap penemuan dan penggunaan bahan nano dalam meningkatkan efektivitas baik obat baru maupun lama (seperti produk organik) dan diagnosis preferensial melalui zat penanda penyakit (Imam SS, 2023).

Keuntungan menggunakan nanopartikel sebagai sistem penghantaran obat adalah karena ukurannya yang kecil dan, dalam banyak kasus, pemanfaatan bahan yang dapat terurai secara hayati. Ukuran partikel ditemukan memainkan peran penting dalam keberhasilan sebagian besar sistem pengiriman obat. Karena permukaannya yang luas area dan ukuran partikel kecil, nanopartikel obat memiliki yang lebih tinggi ketersediaan hayati dan kelarutan yang lebih tinggi. Mereka juga telah menambahkan lebih banyak nilai karena kapasitasnya untuk menembus sawar darah-otak, sistem paru, endotel tumor, dan endotel kulit persimpangan sel yang rapat. Ukuran rata-rata partikel-partikel ini yang berkisar dalam ukuran nano memungkinkan penyerapan obat yang efisien oleh berbagai jenis sel juga sebagai akumulasi obat yang ditargetkan. Keuntungan dari penghantaran obat yang ditargetkan, peningkatan ketersediaan hayati, dan perilaku pelepasan obat yang berkelanjutan dari dosis tunggal di situs target dalam jangka waktu yang lama



dicapai dengan menggunakan biopolimer alami dan sintetis untuk nanopartikel persiapan; dengan mengadaptasi kerangka kerja, enzim intrinsik dapat dicegah untuk menghancurkan obat (Imam SS, 2023).

Pada akhirnya, penggunaan nanopartikel akan berkembang seiring dengan meningkatnya pemahaman kita tentang penyakit pada skala seluler atau yang mencerminkan identifikasi biomarker yang setara dengan skala nanomaterial-subseluler untuk membuka jalur baru untuk diagnosis dan pengobatan. Pencarian pengobatan dan diagnosis yang lebih akurat merupakan tren yang berkembang di seluruh dunia, serta pengembangan nanopartikel dan sistem penghantaran obat nano tampaknya menjanjikan. Penciptaan perangkat nano yang bekerja dalam mekanisme diagnostik dan perbaikan jaringan dengan metode kontrol eksternal penuh telah menarik banyak perhatian. Oleh karena itu, pemeriksaan menyeluruh terhadap potensi konsekuensi berbahaya jangka pendek atau jangka panjang dari bahan nano baru terhadap manusia dan lingkungan sangat diperlukan. Aksesibilitas nanomedisin akan menjadi topik studi lain yang membutuhkan lebih banyak masukan studi karena semakin meluas (Imam SS, 2023).

Penerapan nanoteknologi pada dunia kedokteran, khususnya untuk pemberian obat, diperkirakan akan berkembang pesat. Ilmu farmasi telah menggunakan nanopartikel untuk mengurangi toksisitas dan efek samping obat selama bertahun-tahun. Itu tidak diketahui sampai baru-baru ini bahwa sistem pembawa itu sendiri dapat menimbulkan bahaya bagi pasien. Lebih jauh dari risiko khas yang diberikan oleh senyawa dalam matriks pengiriman, risiko baru ditambahkan dengan penggunaan nanopartikel untuk pemberian obat. Sayangnya, saat ini tidak ada kerangka kerja ilmiah untuk reaksi potensial (merugikan) dari nanopartikel, dan kita hanya tahu sedikit tentang dasar-dasarnya nanopartikel bereaksi dengan organisme,

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W., & Hartono, J. (2015). *Partial Least Square (PLS): Alternatif Structural Equation Modeling (SEM) dalam Penelitian Bisnis*. Penerbit Andi.
- Adachi, M., Murakami, M., Yoneoka, D., Kawashima, T., Hashizume, M., Sakamoto, H., Eguchi, A., Ghaznavi, C., Gilmour, S., Kaneko, S., Kunishima, H., Maruyama-Sakurai, K., Tanoue, Y., Yamamoto, Y., Miyata, H., & Nomura, S. (2022). Factors associated with the risk perception of COVID-19 infection and severe illness: A cross-sectional study in Japan. *SSM - Population Health*, 18, 101105. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2022.101105>
- Ahyat, N.M. & Mohamad, F. & Ahmad, Ahmad & Azmi, A.A. (2017). Chitin and chitosan extraction from *Portunus pelagicus*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 21. 770-777. 10.17576/mjas-2017-2104-02
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Ajzen, I. (2008). Consumer Attitudes and Behavior. In C. P. Haugtvedt, P. Herr, & F. Kardes (Eds.), *Handbook of Consumer Psychology* (pp. 525–548). Lawrence Erlbaum Associates.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior* Prentice-Hall.
- Alsarra IA. (2009). Chitosan topical gel formulation in the management of burn wounds. *Int J Biol Macromol*. 45(1):16–21.
- Arafat, S. M. Y., Kar, S. K., Marthoenis, M., Sharma, P., Hoque Apu, E., & Kabir, R. (2020). Psychological Underpinning of Panic

- Buying During Pandemic (COVID-19). *Psychiatry research*, 289(May 2020), 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113061>
- Aschwanden, D., Strickhouser, J. E., Sesker, A. A., Lee, J. H., Luchetti, M., Terracciano, A., & Sutin, A. R. (2021). Preventive Behaviors During the COVID-19 Pandemic: Associations With Perceived Behavioral Control, Attitudes, and Subjective Norm. *Front Public Health*, 9, 662835. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.662835>
- Azad AK, Sermsintham N, Chandkrachang S, et al. (2004). Chitosan membrane as a wound-healing dressing: characterization and clinical application. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 69(2):216–222.
- Bae, S. Y., & Chang, P.-J. (2021). The Effect of Coronavirus Disease-19 (Covid-19) Risk Perception on Behavioural Intention towards „Untact“ Tourism in South Korea during the First Wave of the Pandemic (March 2020). *Current Issues in Tourism*, 24(7), 1017-1035. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1798895>
- Ballantine, P. W., Zafar, S., & Parsons, A. G. (2014). Changes in Retail Shopping Behaviour in the Aftermath of an Earthquake. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 24(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/09593969.2013.821419>
- Bavel, J. J. V., Baicker, K., Boggio, P. S., Capraro, V., Cichocka, A., Cikara, M., Crockett, M. J., Crum, A. J., Douglas, K. M., Druckman, J. N., Drury, J., Dube, O., Ellemers, N., Finkel, E. J., Fowler, J. H., Gelfand, M., Han, S., Haslam, S. A., Jetten, J., . . . Willer, R. (2020). Using Social and Behavioural Science to Support COVID-19 Pandemic Response. *Nature Human Behaviour*, 4(5), 460-471. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z>



- BNPB. (2020). *Kota Banjarmasin dan Tarakan Disetujui Terapkan PSBB*. <https://setkab.go.id/kota-banjarmasin-dan-tarakan-disetujui-terapkan-psbb/> [Accessed April 18 2023].
- Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, et al. (2008). Wound healing dressings and drug delivery systems:a review. *J Pharm Sci.*; 97(8):2892–2923
- Bourassa, M., Doraty, K., Berdahl, L., Fried, J., & Bell, S. (2016). Support, Opposition, Emotion and Contentious Issue Risk Perception. *International Journal of Public Sector Management*, 29(2), 201-216. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-10-2015-0172>
- Choi, T.-M., Chiu, C.-H., & Chan, H.-K. (2016). Risk Management of Logistics Systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 90(June 2016), 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.03.007>
- Conner, M. (2001). Health Behaviors. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 6506-6512). Pergamon. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03871-7>
- Dai, T., Tanaka M., Huang, Y.Y., and Hamblin M.R. (2011). Chitosan preparations for wounds and burns: Antimicrobial and wound-healing effects. *Expert Rev. Anti. Infect. Ther.*
- Degim Z, Celebi N, Sayan H, et al. (2002). An investigation on skin wound healing in mice with a taurine-chitosan gel formulation. *Amino Acids*. 22(2):187–198
- Deng, Y., Wang, M., & Yousefpour, R. (2017). How do People's Perceptions and Climatic Disaster Experiences Influence Their Daily Behaviors Regarding Adaptation to Climate Change? — A Case Study Among Young Generations. *Science of The Total Environment*, 581-582(C), 840-847.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.022>

- Dewi, A. P. (2020). *Kasatgas Pangan Polri jelaskan pembatasan pembelian sembako.* antaranews.com. <https://jambi.antaranews.com/berita/379582/kasatgas-pangan-polri-jelaskan-pembatasan-pembelian-sembako> [Accessed 19 April 2023].
- Dholakia, U. (2020). *Why Are We Panic Buying During the Coronavirus Pandemic?* <https://www.psychologytoday.com/sg/blog/the-science-behind-behavior/202003/why-are-we-panic-buying-during-the-coronavirus-pandemic> [Accessed 10 Mei 2020].
- Dreu, C. K. W. D., & Nauta, A. (2009). Self-Interest and Other-Orientation in Organizational Behavior: Implications for Job Performance, Prosocial Behavior, and Personal Initiative. *Journal of Applied Psychology*, 94(4), 913–926. <https://doi.org/10.1037/a0014494>
- Frank, B., & Schvaneveldt, S. J. (2016). Understanding Consumer Reactions to Product Contamination Risks After National Disasters: The Roles of Knowledge, Experience, and Information Sources. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 28(January 2016), 199-208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.08.005>
- Grimm, P. E. (2005). Ab Components' Impact on Brand Preference. *Journal of Business Research*, 58(2005), 508- 517. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(03\)00141-3](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(03)00141-3)
- Halliwell B, Gutteridge J. (2007). *Free Radicals in Biology and Medicine.* Oxford, UK: Oxford Univ. Press.
- Ham, M., Jeger, M., & Ivković, A. F. (2015). The Role of Subjective Norms in Forming the Intention TO Purchase Green Food. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 738-748. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1083875>



- Hendrix, C. S., & Brinkman, H.-J. (2013). Food Insecurity and Conflict Dynamics: Causal Linkages and Complex Feedbacks. *Stability: International Journal of Security and Development*, 2(2), p.Art. 26. <https://doi.org/10.5334/sta.bm>
- Howling GI, Dettmar PW, Goddard PA, et al. (2001). The effect of chitin and chitosan on the proliferation of human skin fibroblasts and keratinocytes in vitro. *Biomaterials*. 22(22):2959–2966
- Hoyer, W. D., MacInnis, D. J., & Pieters, R. (2013). *Consumer Behavior* (6th ed.). Cengage Learning.
- Humas Kemenkes. (2020). *Menkes Teken Permenkes Nomor 9 Tahun 2020 Soal Tata Cara Usulan PSBB*. <https://setkab.go.id/menkes-teken-permenkes-nomor-9-tahun-2020-soal-tata-cara-usulan-psbb/> [Accessed June 10th 2020].
- Imam, S. S. (2023). Nanoparticles: The Future of Drug Delivery. *Int J Curr Pharm Sci*. 15:8-15
- Jarvenpaa, S. L., Tractinsky, N., & Saarinen, L. (1999). Consumer Trust in an Internet Store: A Cross-Cultural Validation [<https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1999.tb00337.x>]. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 5(2), 0-0. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1999.tb00337.x>
- Johnson, E. J., & Tversky, A. (1983). Affect, Generalization, and the Perception of Risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(1), , 20-31.
- Kemp, E., Kennett-Hensel, P. A., & Williams, K. H. (2014). The Calm before the Storm: Examining Emotion Regulation Consumption in the Face of an Impending Disaster. *31*(11), 933-945. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/mar.20744>
- Kencana, M. R. B. (2020). *Mendag: Jangan Panik, Stok Bahan Pokok Aman sampai Lebaran*. liputan6.com.

<https://www.liputan6.com/bisnis/read/4192886/mendag-jangan-panik-stok-bahan-pokok-aman-sampai-lebaran>
[Accessed 17 April 2023].

- Kennett-Hensel, P. A., Sneath, J. Z., & Lacey, R. (2012). Liminality and Consumption in the Aftermath of a Natural Disaster. *Journal of Consumer Marketing*, 29(1), 52 - 63. <https://doi.org/10.1108/07363761211193046>
- Khan, S.; Dubey, N.; Khare, B.; Jain, H.; Jain, P. K. (2022). Preparation and Characterization of Alginate Chitosan Crosslinked Nanoparticles Bearing Drug For The Effective Management of Ulcerative Colitis. *Int J Curr Pharm Sci*. 14, 48-61.
- Klokkevold PR, Vandemark L, Kenney EB, et al. (1996). Osteogenesis enhanced by chitosan (poly-N-acetyl glucosaminoglycan) in vitro. *J Periodontol*. 67(11):1170–1175
- Kojima K, Okamoto Y, Kojima K, et al. (2004). Effects of chitin and chitosan on collagen synthesis in wound healing. *J Vet Med Sci*. 66(12):1595–1598
- Kristiningsih, K., Hartini, S., & Usman, I. (2020). The Role of Supply Chain Management on Consumer Service Innovativeness and Consumer Attitude. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 732-739.
- Kristiningsih, K., & Soebandhi, S. (2022). Food Hoarding Intention during Covid-19 in Indonesia: the Role of Government Regulation as Moderating Variable. *Matrik : Jurnal Manajemen, Strategi Bisnis dan Kewirausahaan*, 16(1), 19-35. <https://doi.org/10.24843/MATRIK:JMBK.2022.v16.i01.p02>
- Lee, M.-C. (2009). Factors Influencing the Adoption of Internet Banking: An integration of TAM and TPB with Perceived Risk and Perceived Benefit. *Electronic Commerce Research and Applications*, 8(3), 130-141. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.elerap.2008.11.006>



- Loasana, N. (2020). *Panic Buying Hits Jakarta Supermarkets as Govt Announces First Covid-19 Cases*. The Jakarta Post. <https://www.thejakartapost.com/news/2020/03/03/panic-buying-hits-jakarta-supermarkets-as-govt-announces-first-covid-19-cases.html> [Accessed 15 Juni 2020].
- Long, N. N., & Khoi, B. H. (2020). An Empirical Study about the Intention to Hoard Food during COVID-19 Pandemic. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(7), 1-12. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8207>
- Lubis, M. S. W. (2020). *Dampak PSBB: Makin Efisien, Belanja Balas Dendam Bantu Pemulihan*. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20200430/12/1235182/dampak-psbb-makin-efisien-belanja-balas-dendam-bantu-pemulihan> [Accessed 12 Juni 2020].
- Luthfiyana N, Bija S, Nugraeni CD, Lembang MS, Anwar E, Laksmiawati DR, Nusaibah, Ratrinia PW, Mukmainna. (2022). Characteristics and antibacterial activity of chitosan nanoparticles from mangrove crab shell (*Scylla* sp.) in Tarakan Waters, North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 23:4018-25
- Malhotra, N. K. (2010). *Marketing Research An Applied Orientation* (6 ed.). Prentice Hall.
- Meodia, A. (2020). *PSBB Jakarta jilid II Dinilai Tak Ubah Pola Belanja Daring Masyarakat*. <https://www.antaraneews.com/berita/1721106/psbb-jakarta-jilid-ii-dinilai-tak-ubah-pola-belanja-daring-masyarakat> [Accessed 15 September 2020].
- Minagawa T, Okamura Y, Shigemasa Y, et al. (2007). Effects of molecular weight and deacetylation degree of chitin/chitosan on wound healing. *Carbohydrate Polymers*. 67(4):640–644

- Mizuno K, Yamamura K, Yano K, et al. (2003). Effect of chitosan film containing basic fibroblast growth factor on wound healing in genetically diabetic mice. *J Biomed Mater Res A*. 64(1):177–181.
- Naito M, Yokohama T, Hosokawa K, Nogi K. (2018). *Nanoparticle Technology Handbook 3rd Ed.* Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Nascimento EG, Sampaio TB, Medeiros AC, et al. (2009). Evaluation of chitosan gel with 1% silver sulfadiazine as an alternative for burn wound treatment in rats. *Acta Cir Bras*. 24(6):460–465
- Noel SP, Courtney H, Bumgardner JD, et al. (2008). Chitosan films: a potential local drug delivery system for antibiotics. *Clin Orthop Relat Res*. 466(6):1377–1382
- Ong SY, Wu J, Mochhala SM, et al. (2008). Development of a chitosan-based wound dressing with improved hemostatic and antimicrobial properties. *Biomaterials*. 29(32):4323–4332
- Peluso G, Petillo O, Ranieri M, et al. (1994). Chitosan-mediated stimulation of macrophage function. *Biomaterials*. 15(15):1215–1220
- Pollard AJ, McCracken GH, Finn A. 2004. *Hot Topics in Infection and Immunity in Children*. USA: Springer Science and Business Media Inc.
- Power, M., Doherty, B., Pybus, K., & Pickett, K. (2020). How COVID-19 Has Exposed Inequalities in the UK Food System: The Case of UK Food and Poverty. *Emerald Open Research*, 2(11), 1-22. <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.13539.2>
- Puspita, R. (2020). *Wamendes: Jangan Timbun Makanan Gara-Gara Corona*. <https://republika.co.id/berita/q6nma8428/wamendes-jangan-timbun-makanan-garagara-corona> [Accessed 5 April 2020].



- Qodar, N. (2020, 5 Maret 2020). Virus Corona Picu Panic Buying Makanan, Masker, Hand Sanitizer, Bagaimana Meredamnya? *liputan6.com*.
<https://www.liputan6.com/news/read/4193886/headline-virus-corona-picu-panic-buying-makanan-masker-hand-sanitizer-bagaimana-meredamnya>
- Quintal, V. A., Lee, J. A., & Soutar, G. N. (2010). Risk, Uncertainty and the Theory of Planned Behavior: A Tourism Example. *Tourism Management*, 31(6), 797-805.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.08.006>
- Raafat D, von Bargaen K, Haas A, et al. (2008). Insights into the mode of action of chitosan as an antibacterial compound. *Appl Environ Microbiol*. 74(12):3764–3773
- Rahmawati D. (2019). Mikrobiologi Farmasi. Yogyakarta: Pustaka Baru Press. 216-217
- Robert, G.A.F. (1992). Chittin Chemistry. London: The Macmillan Press Ltd.
- Robson MC. (1997). Wound infection. A failure of wound healing caused by an imbalance of bacteria. *Surg Clin North Am*; 77(3):637–650
- Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, Affective and Behavioral Components of Attitudes. In M. J. Rosenberg, C. I. Hovland, W. J. McGuire, R. P. Abelson, & J. W. Brehm (Eds.), *Attitude Organization and Change: An Analysis of Consistency among Attitude Components* (pp. 1–14). Yale University Press.
- Rossi S, Marciello M, Sandri G, et al. (2007). Wound dressings based on chitosans and hyaluronic acid for the release of chlorhexidine diacetate in skin ulcer therapy. *Pharm Dev Technol*. 12(4):415–422
- Sall KN, Kreter JK, Keates RH. (1987). The effect of chitosan on corneal wound healing. *Ann Ophthalmol*. 19(1):31–33

- Santos TC, Marques AP, Silva SS, et al. (2007). In vitro evaluation of the behaviour of human polymorphonuclear neutrophils in direct contact with chitosan-based membranes. *J Biotechnol.* 132(2):218–226
- Sari, D. N. (2020). *Efek Samping PSBB Terhadap Masyarakat*. <https://www.suara.com/yoursay/2020/04/16/171009/efek-samping-psbb-terhadap-masyarakat> [Accessed 12 Juni 2020].
- Schiffman, L. G., & Kanuk, L. (2015). *Consumer Behavior, Global Edition* (11th ed.). Pearson.
- Sheu, J.-B., & Kuo, H.-T. (2020). Dual Speculative Hoarding: A Wholesaler-Retailer Channel Behavioral Phenomenon Behind Potential Natural Hazard Threats. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44(April 2020), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101430>
- Sholihin, M., & Ratmono, D. (2013). *Analisis SEM-PLS dengan WarpPLS 3.0*. Penerbit Andi.
- Sinardi. (2013). Pembuatan karakterisasi dan aplikasi kitosan dari cangkang kerang hijau (*Mytilus viridis* Linneaus) sebagai koagulan penjernih air. Bandung. ITB..
- Sjöberg, L., Moen, B.-E., & Rundmo, T. (2004). *Explaining Risk Perception. An Evaluation of the Psychometric Paradigm in Risk Perception Research*. Rotunde.
- Sneath, J. Z., Lacey, R., & Kennett-Hensel, P. A. (2009). Coping with a Natural Disaster: Losses, Emotions, and Impulsive and Compulsive Buying. *Marketing Letters*, 20(1), 45-60. <https://doi.org/10.1007/s11002-008-9049-y>
- Soebandhi, S., Hartini, S., & Gunawan, S. (2020). Engaging Young Consumers with Advergaming: The effect of Presence and Flow Experience. In R. Hurriyati, B. Tjahjono, I. Yamamoto, A. Rahayu, A. G. Abdullah, & A. A. Danuwijaya (Eds.), *Advances in Business, Management and*



- Entrepreneurship* (pp. 97-101). Taylor & Francis Group.
<https://doi.org/10.1201/9780429295348-24>
- Statista. (2022). *Leading goods purchased for stockpiling due to coronavirus (COVID-19) among respondents in Indonesia in 2020*. <https://www.statista.com/statistics/1119444/indonesia-items-purchased-in-bulk-after-coronavirus-outbreak/> [Accessed August 15 2022].
- Sterman, J. D., & Dogan, G. (2015). "I'm not hoarding, I'm just stocking up before the hoarders get here.": Behavioral causes of phantom ordering in supply chains. *Journal of Operations Management*, 39-40(November 2015), 6-22.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jom.2015.07.002>
- Suryani Y, Taupiqurrahman O. (2021). *Mikrobiologi Dasar*. LP2M UIN SGD Bandung. ISBN: 978-623-6070-89-5.
- Tommasetti, A., Singer, P., Troisi, O., & Maione, G. (2018). Extended Theory of Planned Behavior (ETPB): Investigating Customers' Perception of Restaurants' Sustainability by Testing a Structural Equation Model. *Sustainability*, 10(7).
<https://doi.org/10.3390/su10072580>
- Ueno H, Yamada H, Tanaka I, et al. (1999). Accelerating effects of chitosan for healing at early phase of experimental openwound in dogs. *Biomaterials*. 20(15):1407-1414
- Ueno H, Murakami M, Okumura M, et al. (2001). Chitosan accelerates the production of osteopontin from polymorphonuclear leukocytes. *Biomaterials*. 22(12):1667-1673
- Ueno H, Mori T, Fujinaga T. (2001). Topical formulations and wound healing applications of chitosan. *Adv Drug Deliv Rev*. 52(2):105-115
- Valentine R, Athanasiadis T, Moratti S, et al. (2010). The efficacy of a novel chitosan gel on hemostasis and wound healing after endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 24(1):70-75. Clinical study of 40 patients aimed to

determine the efficacy of a chitosan/dextran gel on the homeostasis and wound healing after endoscopic surgery. This is the largest published clinical study on the wound-healing effect of chitosan

- Wang, H. H., & Hao, N. (2020). Panic buying? Food hoarding during the pandemic period with city lockdown. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(12), 2916-2925. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63448-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63448-7)
- Wang, Z., Liu, X., & Zhang, S. (2019). A New Decision Method for Public Opinion Crisis with the Intervention of Risk Perception of the Public. *Complexity*, 2019, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/9527218>
- Wardani TS. (2021). Mikrobiologi Klinik dan Parasitologi. Yogyakarta: Pustakabarupress. 55.
- Wen, X., Sun, S., Li, L., He, Q., & Tsai, F. S. (2019). Avian Influenza-Factors Affecting Consumers' Purchase Intentions toward Poultry Products. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214139>
- Wiegand C, Winter D, Hipler UC. (2010). Molecular-weight-dependent toxic effects of chitosans on the human keratinocyte cell line HaCaT. *Skin Pharmacol Physiol*. 23(3):164–170
- Wilkins, J. (2020). *Why We Hoard: Fear at Root of Panic-Buying, Psychologists Say*. <https://www.sandiegouniontribune.com/news/health/story/2020-03-22/hoard-fear-panic-buying-psychology> [Accessed 10 Juni 2020].
- Williams, D. J., & Noyes, J. M. (2007). How Does Our Perception of Risk Influence Decision-Making? Implications for the Design of Risk Information. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 8(1), 1-35. <https://doi.org/10.1080/14639220500484419>

- Wiyono, G. (2011). *Merancang Penelitian Bisnis dengan Alat Analisis SPSS 17.0 & SmartPls 2.0*. UPP STIM YKPN.
- World Health Organization. 2004. *Guidelines for Drinking-water Quality 3rd Edition*. Geneva: World Health Organization.
- Yangui, W., & Hajtaieb El Aoud, N. (2015). Consumer Behavior and the Anticipation of a Total Stockout for a Food Product: Proposing and Validating A Theoretical Model. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 25(2), 181-203. <https://doi.org/10.1080/09593969.2014.951675>
- Yuen, K. F., Wang, X., Ma, F., & Li, K. X. (2020). The Psychological Causes of Panic Buying Following a Health Crisis. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103513>
- Yusan LY, Nailufa Y, Subagio H. 2023. Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*.) Terhadap *Staphylococcus aureus* pada Pasien Gangren.
- Zhang, J. (2022). *The Influence of Cognitive Food Image on Tourists' Desire and Intention to Consume Destination Food: A Macau Study*. <https://doi.org/10.1080/19388160.2022.2095318>
- Zheng, R., Shou, B., & Yang, J. (2020). Supply Disruption Management under Consumer Panic Buying and Social Learning Effects. *Omega*, 101(June 2021), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102238>
- Zmejkoski DZ, Marković ZM, Budimir MD, Zdravković NM, Trišić DD, Bugárová N, Danko M, Kozyrovska NO, Špitalskj Z, Kleinová A, Kuzman SB, Pavlović VB, Todorović MBM. (2021). Photoactive and antioxidant nanochitosan dots/biocellulose hydrogels for wound healing treatment. *Mater Sci Eng C*.122:1-11