

PEMANFAATAN *Kappaphycus alvarezii* DALAM PEMBUATAN *Ice gel* SEBAGAI MEDIA ALTERNATIF PENGANTI ES BATU PADA PENYIMPANAN DINGIN

Utilization of Kappaphycus alvarezii in The Production of Ice Gel as an Alternative Medium to Replace Ice Cubes in Cold Storage

Rismayani Miftahul Ilmi^{1*}, Irman Irawan¹, Ita Zuraida¹, Septylia Diachanty¹,
Indrati Kusumaningrum²

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sebelas Maret

*Penulis koresponden: rismayanmi@gmail.com

(Diterima 22-09-2023; Direvisi 18-09-2025; Dipublikasi 19-11-2025)

Fish was a very perishable food ingredient, so it must be handled immediately to maintain its freshness level. Ice cubes are the most common cooling medium used by the public in the fish cooling method. However, the used of ice cubes can only maintain a low temperature for a short time, so an alternative cooling medium is needed, which is ice gel that can maintain a low temperature for a longer time. *Kappaphycus alvarezii* is a type of seaweed that contains hydrocolloid which acts as a gelling agent. The purpose of this study was to determine of *K. alvarezii* ice gel ability as an alternative cooling media in maintaining low temperatures. The comparison of *K. alvarezii* and water used in the manufacture of ice gels are 1:0 (P0), 1:2 (P1), 1:3 (P2), and 1:5 (P3). The results showed each treatment had a different initial temperature, which is -15.77°C; -19,10°C; -20.67°C; and -18.1°C, and has a longer rate of changing temperature of the cooling the media. *K. alvarezii* ice gel which has the best ability as an alternative medium to replace ice cubes in maintaining low temperatures is in treatment P2 with an average initial temperature of -20.67°C, and was able to maintain the ice gel temperature below 0°C for 930 minutes (15, 5 hours).

Kata kunci: *ice cubes, ice gel, hydrocolloid, K.alvarezii, low temperature.*

Ikan merupakan bahan pangan yang sangat mudah rusak, sehingga harus segera dilakukan penanganan untuk menjaga tingkat kesegarannya. Es batu merupakan media pendingin yang paling umum digunakan oleh masyarakat dalam metode pendinginan ikan. Namun penggunaan es batu hanya dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu yang singkat, sehingga dibutuhkan media pendingin alternatif, yaitu *ice gel* yang dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu yang lebih lama. *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu jenis rumput laut yang mengandung hidrokoloid bersifat sebagai pembentuk gel. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan *ice gel K. alvarezii* sebagai media pendingin alternatif dalam mempertahankan suhu rendah. Rasio perlakuan rumput laut dan air yang digunakan dalam pembuatan *ice gel* adalah; 0:1 (P0), 1:2 (P1), 1:3 (P2), dan 1:5 (P3). Hasil penelitian menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki suhu awal yang berbeda-beda, yaitu -15,77°C; -19,10°C; 20,67°C; dan -18,1°C, serta memiliki laju perubahan suhu media pendingin yang lebih lama. *Ice gel K. alvarezii* yang memiliki kemampuan terbaik sebagai media alternatif pengganti es batu dalam mempertahankan suhu rendah yaitu pada perlakuan P2 dengan rata-rata suhu awal yaitu -20,67°C, dan mampu mempertahankan suhu *ice gel* di bawah 0°C selama 930 menit (15,5 jam).

Kata kunci: *es batu, hidrokoloid, ice gel, K. alvarezii, suhu rendah.*

PENDAHULUAN

Ikan merupakan makanan yang sangat mudah rusak (*perishable food*) karena sangat rentan terhadap oksidasi dan kerusakan mikrobiologis, sehingga harus segera dilakukan penanganan untuk menjaga tingkat kesegarannya (Deni, 2015; Litaay *et al.*, 2018; Duarte *et al.*, 2020). Penanganan ikan yang paling umum dilakukan oleh masyarakat ialah metode pendinginan menggunakan es basah dengan perbandingan es:ikan adalah 1:1 atau 2:1 (Ibrahim & Dewi, 2008; Keys *et al.*, 2018; Ufie & Lekatompessy, 2021). Pemanfaatan es dalam penanganan ikan dapat memperpanjang fase rigor mortis, menghambat aktivitas enzim dan bakteri, kimiawi, serta perubahan fisik pada ikan (Fauzana *et al.*, 2019; Gelman *et al.*, 2001). Penggunaan es basah memiliki beberapa kendala terutama dalam hal waktu untuk mempertahankan suhu rendah. Es basah hanya dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu yang singkat, sehingga dibutuhkan media pendingin alternatif yang dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu yang lebih lama (Huda *et al.*, 2013; Ismanto *et al.*, 2013).

Ice gel merupakan media pendingin alternatif terbuat dari *refrigerant* cair atau *gel*, yang dikemas dalam wadah solid maupun fleksibel (Prayasa *et al.*, 2019). *Ice gel* pada umumnya memiliki bahan penyusun berupa campuran *propylene glycol* (20-40%) dan air (55-75%) yang membentuk *gel*. Keunggulan *ice gel*, yaitu dapat dibekukan kembali setelah mencair, dapat mempertahankan suhu rendah dalam waktu yang lebih lama, dan dapat menggunakan bahan baku yang sederhana. Kelemahan dari *ice gel* meliputi, biaya yang lebih tinggi, sulit diperoleh, serta memerlukan kemasan yang kokoh agar tidak bocor saat digunakan. Penelitian mengenai pembuatan *ice gel* sebagai media pendingin bahan pangan terutama dalam produk perikanan telah banyak dilakukan (Nurkumaprama *et al.*, 2014; Saputra, 2017; Fauzana *et al.*, 2019; Prayasa *et al.*, 2019; Wulandari *et al.*, 2023).

Kappaphycus alvarezii adalah salah satu jenis rumput laut merah penghasil karaginan yang berperan sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (pengental), pembentuk gel, dan bahan pengemulsi (Asikin *et al.*, 2015; Li & Nie, 2016). *K. alvarezii* mengandung komponen hidrokoloid yang bersifat hidrofilik. Komponen polimer ini dapat larut dalam air, mampu membentuk koloid, dan dapat mengentalkan atau membentuk *gel* dari suatu larutan (Herawati, 2018). Penelitian mengenai pemanfaatan *K. alvarezii* sebagai bahan pembuatan *ice gel* hingga saat ini belum banyak dilakukan. Sifat hidrofilik dan peranannya sebagai pembentuk gel, diharapkan *K. alvarezii* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *ice gel*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kemampuan *ice gel K. alvarezii* sebagai media pendingin alternatif dalam mempertahankan suhu rendah dan untuk mengetahui formulasi *ice gel K. alvarezii* yang memiliki kemampuan terbaik sebagai media alternatif pengganti es batu.

MATERIAL DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan ialah rumput laut *K. alvarezii* dalam bentuk kering yang diambil dari perairan Bontang Kuala, Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan *ice gel* rumput laut yaitu air, garam dapur, dan asam cuka. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *ice gel* antara lain panci, blender (Philips HR-2115), sendok, kompor, pengaduk, timbangan digital, gelas ukur, dan plastik *ziplock* LDPE ukuran 13 x 20 cm. Peralatan analisis yang digunakan antara lain termometer eksternal *probe* (DR Gray HT-5; akurasi 1°C), isolasi, gunting, dan *box styrofoam* (KCN ukuran 24,5 x 19,5 x 28,5 cm; ketebalan 2,5 cm).

Preparasi Bahan Baku

Tahapan pertama yaitu rumput laut kering dicuci sebanyak dua kali untuk menghilangkan kotoran dan garam yang masih menempel. Rumput laut yang telah bersih dilakukan perendaman menggunakan air dengan rasio 1:40 selama 12 jam (2 kali penggantian air) mengacu pada Moniharapon (2016). Rumput laut yang telah direndam, kemudian ditiriskan selama 20 menit sebelum masuk ke tahap pelumatan rumput laut.

Pembuatan *Ice gel* Rumput Laut

Pembuatan *ice gel* rumput laut mengacu pada Sumarsih & Nuryati (2017) dan Yulianto *et al.* (2025) dengan modifikasi. Rumput laut yang telah ditiriskan kemudian dipotong hingga berukuran kecil, dan ditambahkan air dengan rasio perlakuan (rumput laut:air) yaitu, P0 (0:1), P1 (1:2), P2 (1:3), dan P3 (1:5) sebelum dilakukan penghalusan. Rumput laut kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga homogen. Volume total yang digunakan pada masing-masing perlakuan adalah 600 mL. Rumput laut yang telah dihaluskan kemudian ditambahkan garam sebanyak 2,5% dari volume total 600 mL, kemudian dimasak pada suhu 85-90°C selama 5-10 menit sampai membentuk gel. Penambahan cuka sebanyak 2,5% volume total 600 mL setelah didinginkan. Pengemasan gel rumput laut menggunakan plastik *ziplock* dan dimasukkan ke dalam *freezer* dengan rentang suhu -24°C selama 24 jam. Formulasi *ice gel* rumput laut *K. alvarezii* disajikan pada Tabel 1.

Analisis Data

Analisis yang dilakukan terhadap *ice gel K. alvarezii* meliputi pengukuran suhu awal *ice gel*, perubahan suhu *ice gel* sebagai media pendingin, dan laju perubahan suhu *ice gel* dalam *box*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh

dianalisis menggunakan ANOVA untuk melihat pengaruh perlakuan. Hasil yang menunjukkan adanya pengaruh nyata maka dilanjut dengan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95% menggunakan aplikasi *software* SPSS 28.

Tabel 1. Formulasi *Ice gel* Rumput Laut *K. alvarezii* 600 mL

No.	Bahan-bahan	Jumlah per unit bahan <i>ice gel</i>			
		P0	P1	P2	P3
1.	Air	600 mL	400 mL	450 mL	500 mL
2.	Rumput laut basah	0 g	200 g	150 g	100 g
3.	Garam dapur (2,5% volume 600 mL)	0 g	15 g	15 g	15 g
4.	Asam cuka 25% (2,5% volume 600 mL)	0 mL	15 mL	15 mL	15 mL

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Awal *Ice gel* Rumput Laut

Pengukuran suhu awal es batu (P0) dan *ice gel* sebagai media pendingin terlebih dulu dilakukan sebelum pengujian di dalam *box*. Suhu ruang sebelum pengujian yaitu 27°C sampai 27,5°C. Rata-rata suhu awal es batu dan *ice gel* dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu -20,67°C sampai -15,77°C. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbandingan air dan rumput laut *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel* memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pengukuran suhu awal *ice gel*. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan.

Tabel 2. Rata-rata Suhu Awal *Ice gel*

Perlakuan	Rata-rata Suhu Awal (°C)
P0	-15,77 ± 0,25 ^d
P1	-19,10 ± 0,10 ^b
P2	-20,67 ± 0,21 ^a
P3	-18,10 ± 0,36 ^c

Keterangan: Data menunjukkan rerata ± simpangan baku dari tiga ulangan; notasi huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT ($p < 0,05$)

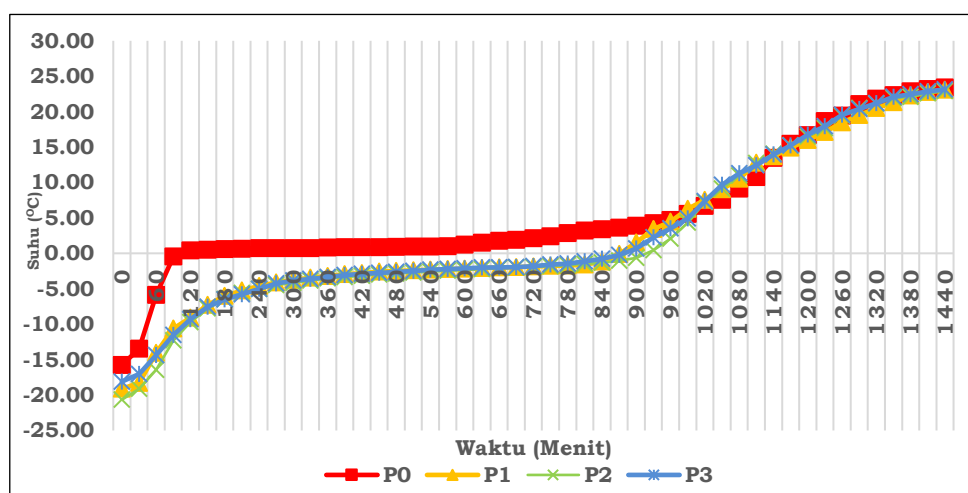
Suhu awal terendah terdapat pada P2 dengan nilai -20,67°C dan suhu tertinggi terdapat pada P0 dengan nilai -15,77°C. Hal tersebut diduga karena adanya *K. alvarezii* sebagai peranannya dalam pembentuk gel, diduga juga berperan dalam penurunan suhu rendah di bawah suhu es batu. Wazihiroh *et al.* (2017) menyebutkan larutan yang mengandung lebih banyak fraksi padatan, seperti karbohidrat, protein, gula, atau lainnya akan memiliki titik beku yang lebih rendah dari pelarut murni. Rendahnya suhu awal *ice gel* pada penelitian ini juga diduga dari sifat hidrokoloid *K. alvarezii* yang berfungsi sebagai pengikat air, pembentuk koloid, dan dapat membentuk gel dari suatu larutan (Herawati, 2018). Adapun bahan tambahan lain yaitu garam yang dapat membantu menurunkan suhu rendah *ice gel* di bawah suhu es batu (Setyowidodo, 2016). Bahan tambahan lain yaitu cuka berpengaruh pada pembentukan gel dari *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel*. Hal ini didukung oleh Kamsina & Anova (2013) yang menyatakan penambahan asam dapat meningkatkan kemampuan terbentuknya gel karagenan.

Perubahan Suhu Media Pendingin

Pengamatan perubahan suhu media pendingin dilakukan setiap 30 menit selama 24 jam. Suhu media pendingin pada menit ke-0 berturut-turut adalah -15,77°C; -19,1°C; -20,67°C; dan -18,1°C. Laju perubahan suhu media pendingin dapat dilihat pada Gambar 7. Suhu P0 pada menit ke-30 adalah -13,47°C, sementara suhu P1, P2, dan P3 berada di bawah suhu P0, yaitu -18,30°C; -19,13°C; dan -17,03°C. Hal ini sejalan dengan pengukuran suhu awal media pendingin, di mana suhu tertinggi terdapat pada P0 dan suhu terendah terdapat pada P2. Pada menit ke-30 sampai menit ke-90, P0 mengalami kenaikan suhu yang cepat mencapai -0,47°C. *Ice gel* P1, P2, dan P3 mengalami kenaikan suhu yang landai mulai dari menit ke-30 sampai menit ke-240 (3,5 jam). Suhu P1, P2, dan P3 pada menit ke-240 berturut-turut adalah -4,63°C; -5,03°C; dan -5°C. Kenaikan suhu yang cepat pada P0 diduga karena adanya proses penyerapan panas yang terdapat dalam *box*, yang menyebabkan P0 mulai mencair. Kemampuan penyerapan panas es batu lebih besar yang membuat suhu cepat mengalami penurunan namun juga cepat mengalami perubahan fase (Saputra, 2017). Kenaikan suhu yang landai pada P1, P2,

dan P3 diduga karena komponen hidrokoloid dari *K. alvarezii* yang berfungsi menyerap dan mengikat air atau gugus hidroksil lainnya, sehingga *ice gel K. alvarezii* menyerap panas lebih rendah dan dapat mempertahankan suhu rendah lebih lama dibanding es batu. Hal ini didukung oleh Saputra (2017) yang menyatakan *ice gel* memiliki kapasitas penyerapan panas yang lebih rendah sehingga memiliki perubahan fase yang lebih lambat.

Suhu terakhir P0, P1, P2, dan P3 pada menit ke-1440 (24 jam) berturut-turut adalah 23,4°C; 23,1°C; 22,9°C; dan 23,13°C. Grafik perubahan suhu pada *ice gel* masih di bawah grafik perubahan suhu es batu. Hal tersebut diduga karena komponen hidrokoloid pada *ice gel K. alvarezii* yang memiliki kemampuan mengikat air, sehingga *ice gel* masih dapat mempertahankan suhu rendah lebih baik dibanding dengan es batu. Hal ini didukung oleh Saputra (2017) yang menyatakan bentuk fisik berupa gel serta komposisi yang menyusunnya menjadikan perubahan fase yang terjadi pada *ice gel* tidak se-drastis pada es batu, sehingga kenaikan suhu yang terjadi cenderung landai. P2 memiliki perubahan suhu yang lebih lama dibanding P1 dan P3. Hal ini diduga karena P2 memiliki komposisi yang ideal antara air dan rumput laut dalam mempertahankan suhu rendah.

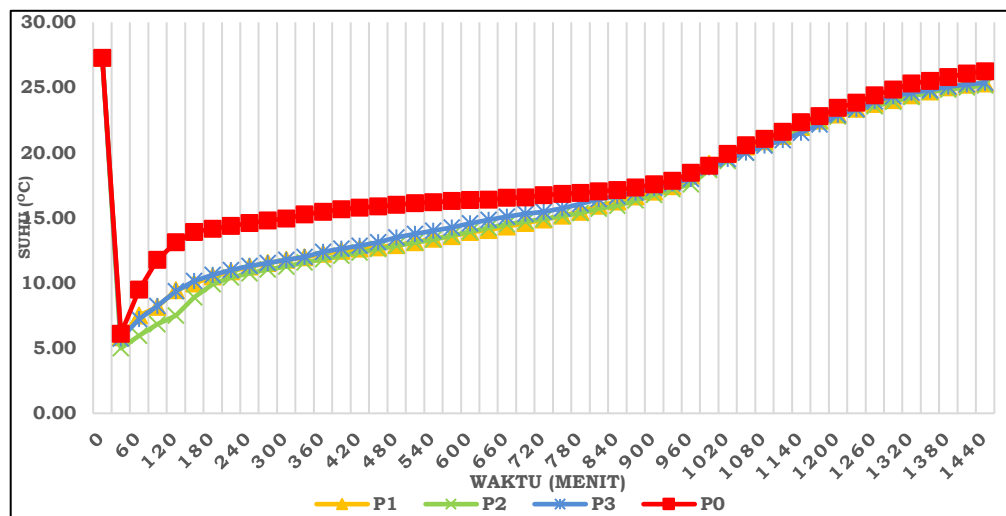


Gambar 1. Perubahan Suhu Media Pendingin

Laju Perubahan Suhu Dalam Box

Pengamatan perubahan suhu dalam *box* dilakukan setiap 30 menit selama 24 jam. Grafik laju perubahan suhu dalam *box* dapat dilihat pada Gambar 2. Pola laju perubahan suhu pada ruang dalam *box* pada seluruh perlakuan memiliki tiga garis kecenderungan. Ketiga garis tersebut garis cenderung menurun drastis, garis cenderung mendatar, dan garis cenderung meningkat. Grafik laju perubahan suhu dibagi menjadi tiga fase. Fase pertama yaitu fase pendinginan, ditandai dengan bentuk garis yang cenderung menurun drastis. Fase stabil yang ditandai dengan bentuk garis yang cenderung mendatar. Fase peningkatan suhu yang ditandai dengan garis yang cenderung meningkat (Kusumah *et al.*, 2015). Laju perubahan suhu dalam *box* yang masing-masing berisi media pendingin berbeda memiliki pola yang sama. Perbedaannya terletak pada lamanya waktu tiap fase serta laju perubahan suhu pada tiap fase.

Suhu dalam *box* pada menit ke-0 adalah 27,27°C. Terlihat dari menit ke-0 sampai menit ke-30 (30 menit), suhu dalam *box* masing-masing perlakuan mengalami fase pendinginan, terjadi penurunan suhu yang drastis. P0 mampu menurunkan suhu dalam *box* hingga mencapai 6,10°C. P1 dapat menurunkan suhu dalam *box* hingga mencapai 5,83°C. P2 dapat menurunkan suhu dalam *box* hingga mencapai 5°C. P3 dapat menurunkan suhu dalam *box* hingga mencapai 5,73°C. Laju penurunan suhu dalam *box* pada fase pendinginan dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbandingan air dan *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel* memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju penurunan suhu dalam *box*. Uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa laju penurunan suhu dalam *box* berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 2. Laju Perubahan Suhu Dalam Box

Hasil menunjukkan laju penurunan suhu dalam *box* terendah terdapat pada P0, yaitu 0,707°C/menit. Laju penurunan suhu dalam *box* tertinggi terdapat pada P2, yaitu 0,742°C/menit. Hal tersebut karena P2 memiliki suhu paling rendah sebagai media pendingin. Laju penurunan suhu dalam *box* berhubungan dengan suhu awal media pendingin, di mana rata-rata suhu awal media pendingin pada P2 adalah -20,67°C dan rata-rata suhu awal pada P0 adalah -15,77°C. Kusumah *et al.* (2015) menyatakan penurunan suhu dalam *box* yang drastis dikarenakan adanya perbedaan antara suhu awal *box* dengan suhu media pendingin.

Tabel 3. Laju Penurunan Suhu Dalam Box Fase Pendinginan

Perlakuan	Laju Penurunan Suhu dalam Box (°C/menit)
P0	-0,707 ± 0,006 ^a
P1	-0,717 ± 0,006 ^b
P2	-0,742 ± 0,002 ^c
P3	-0,718 ± 0,005 ^b

Keterangan: Data menunjukkan rerata ± simpangan baku dari tiga ulangan; notasi huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT ($p < 0,05$)

Laju kenaikan suhu dalam *box* sebelum fase stabil dapat dilihat pada Tabel 4. Suhu P0 pada menit ke-30 sampai menit ke-150 (2 jam) mengalami kenaikan suhu dari 6,10°C menjadi 13,9°C. Suhu P1 mengalami kenaikan yang landai dari 5,83°C menjadi 10,5°C pada menit ke-180 (2,5 jam). P2 mengalami kenaikan suhu yang landai dari 5°C menjadi 10,43°C pada menit ke-210 (3 jam). P3 mengalami kenaikan suhu yang landai dari 5,73°C menjadi 10,63°C pada menit ke-180 (2,5 jam).

Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbandingan air dan *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel* memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju kenaikan suhu dalam *box* sebelum fase stabil. Uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa laju kenaikan suhu dalam *box* berbeda nyata ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa laju kenaikan suhu dalam *box* sebelum fase stabil pada masing-masing perlakuan memiliki perbedaan nyata ($p < 0,05$). Hasil menunjukkan laju perubahan suhu dalam *box* terendah terdapat pada P2, yaitu 0,030°C/menit. Laju kenaikan suhu dalam *box* tertinggi terdapat pada P0, yaitu 0,067°C/menit. Kenaikan suhu dalam *box* juga berhubungan dengan kenaikan suhu pada media pendingin. Media pendingin P0 mengalami kenaikan suhu yang cepat mencapai -0,47°C selama 60 menit. Hal tersebut diduga dikarenakan proses penyerapan panas pada es batu yang lebih besar yang menyebabkan es batu mulai mencair. P1, P2, dan P3 mengalami kenaikan suhu yang landai mencapai 4,63°C; -5,03°C; dan -5°C selama 210 menit (3,5 jam). Kenaikan suhu yang landai pada P1, P2, dan P3 diduga karena adanya hidrokoloid dari *K. alvarezii* yang berfungsi menyerap dan mengikat air, sehingga *ice gel* *K. alvarezii* menyerap panas lebih lama dan kenaikan suhu yang terjadi lebih landai daripada es batu. Hal ini didukung oleh Saputra (2017) yang menyatakan *ice gel* memiliki kapasitas penyerapan panas yang lebih rendah sehingga memiliki perubahan fase yang lebih lambat.

Tabel 4. Laju Kenaikan Suhu Sebelum Fase Stabil

Perlakuan	Menit Ke-	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Laju Kenaikan Suhu Dalam Box (°C/menit)
P0	30-150	120	6,10-13,9	0,067 ± 0,006 ^a
P1	30-180	150	5,83-10,5	0,031 ± 0,002 ^b
P2	30-210	180	5-10,43	0,030 ± 0,001 ^b
P3	30-180	150	5,73-10,63	0,033 ± 0,001 ^b

Keterangan: Data menunjukkan rerata ± simpangan baku dari tiga ulangan; notasi huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT ($p < 0,05$)

Fase stabil adalah fase dimana suhu di dalam *box* cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan (Kusumah *et al.*, 2015). Fase stabil ditandai dengan pola garis yang cenderung mendatar. Lamanya waktu pada fase stabil masing-masing perlakuan bervariasi. Perubahan suhu dalam *box* pada fase stabil dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbandingan air dan *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel* memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju perubahan suhu dalam *box* pada fase stabil. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa laju perubahan suhu dalam *box* pada fase stabil pada masing-masing perlakuan memiliki perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Tabel 5. Perubahan Suhu Dalam Box Fase Stabil

Perlakuan	Menit Ke-	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Laju Perubahan Suhu dalam Box (°C/menit)
P0	150-930	780	13,9-17,83	0,005 ± 0,001 ^a
P1	180-930	750	10,5-17,43	0,0092 ± 0,00 ^b
P2	210-960	750	10,43-17,57	0,0095 ± 0,00 ^b
P3	180-960	780	10,63-18	0,0094 ± 0,00 ^b

Keterangan: Data menunjukkan rerata ± simpangan baku dari tiga ulangan; notasi huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT ($p < 0,05$)

Hasil menunjukkan laju perubahan suhu dalam *box* terendah terdapat pada P0, yaitu 0,005°C/menit. Laju perubahan suhu dalam *box* tertinggi terdapat pada P2, yaitu 0,0095°C/menit. Hal tersebut karena es batu pada fase stabil memiliki grafik yang menunjukkan garis cenderung mendatar. Hal ini didukung oleh Adawyah (2007) mengenai sifat es batu yaitu apabila terdapat campuran es dan air, maka tidak akan terjadi kenaikan suhu sebelum semua massa es mencair. Sementara pada *ice gel K. alvarezii*, grafik yang terbentuk masih tetap menunjukkan kenaikan. Adanya komponen hidrokoloid yang terdapat dalam *K. alvarezii* berfungsi sebagai mengikat air dalam pembuatan *ice gel*, sehingga laju perubahan suhu pada *ice gel* lebih lama dan cenderung konstan. Hal ini didukung oleh Saputra (2017) yang menyatakan sifat *ice gel* memiliki laju penurunan suhu yang lambat dan laju pencairan atau kenaikan suhu juga cukup lambat.

Tabel 6. Laju Kenaikan Suhu Box Setelah Fase Stabil

Perlakuan	Menit Ke-	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Laju Perubahan Suhu Dalam Box (°C/menit)
P0	930-1440	510	17,83-26,23	0,0165 ± 0,0003 ^a
P1	930-1440	510	17,43-25,3	0,0154 ± 0,0001 ^b
P2	960-1440	480	17,57-25,17	0,0158 ± 0,0002 ^b
P3	960-1440	480	18-25,37	0,0153 ± 0,0002 ^b

Keterangan: Data menunjukkan rerata ± simpangan baku dari tiga ulangan; notasi huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT ($p < 0,05$)

Kenaikan suhu setelah fase stabil adalah fase peningkatan suhu yang ditandai dengan garis yang cenderung mulai naik mendekati suhu awal dalam *box* (Kusumah *et al.*, 2015). Perbedaan terdapat pada lama laju peningkatan suhu dari masing-masing media pendingin, dan suhu akhir dalam *box*. Laju kenaikan suhu dalam *box* setelah fase stabil dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbandingan air dan *K. alvarezii* dalam pembuatan *ice gel* memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$)

terhadap laju kenaikan suhu dalam *box* setelah fase stabil. Uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa laju kenaikan suhu dalam *box* pada P0 berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan P1, P2, dan P3.

Hasil menunjukkan laju perubahan suhu dalam *box* fase penaikan suhu tertinggi terdapat pada P0, yaitu es batu dengan laju perubahan suhu $0,0165^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Laju perubahan suhu es batu paling tinggi diduga karena es telah mencair sepenuhnya dan suhu es mengalami kenaikan, sehingga suhu dalam *box* juga mengalami kenaikan yang drastis. Laju perubahan suhu dalam *box* pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Saputra (2017) menyatakan bentuk fisik berupa *gel* serta komposisi yang menyusunnya menjadikan perubahan fase yang terjadi pada *ice gel* tidak se-drastis pada es batu, sehingga kenaikan suhu yang terjadi cenderung landai.

KESIMPULAN

Kemampuan *ice gel Kappaphycus alvarezii* sebagai media pendingin alternatif pengganti es batu memberikan pengaruh nyata dalam mempertahankan suhu rendah. Hal ini didukung dengan suhu awal *ice gel* (P1, P2, dan P3) yang lebih rendah dibanding suhu awal es batu (P0), laju perubahan suhu *ice gel* yang lebih lama, serta laju perubahan suhu dalam *box* yang lebih landai. *Ice gel K. alvarezii* yang memiliki kemampuan terbaik sebagai media alternatif pengganti es batu dalam mempertahankan suhu rendah yaitu pada perlakuan P2 (1:3) dengan rata-rata suhu awal yaitu $-20,67^{\circ}\text{C}$, dan mampu mempertahankan suhu *ice gel*nya di bawah 0°C selama 930 menit (15,5 jam).

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. (2007). *Pengolahan dan Pengawetan Ikan* (Junwinanto, Ed.). Bumi Aksara. https://books.google.co.id/books?id=vI-oEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Asikin, A. N., Kusumaningrum, I., & Sutono, D. (2015). Extraction and Characterization of Functional Properties of Carragenan *Kappaphycus alvarezii* from Coast of Kutai Timur District. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1). <https://doi.org/10.29244/jitkt.v7i1.9772>
- Deni, S. (2015). Karakteristik mutu ikan selama penanganan pada kapal KM. Cakalang. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8(2), 72–80. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.2.72-80>
- Duarte, A. M., Silva, F., Pinto, F. R., Barroso, S., & Gil, M. M. (2020). Quality assessment of chilled and frozen fish—Mini review. In *Foods* (Vol. 9, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods9121739>
- Fauzana, F., Hakikia, F. R. N., Muanifah, I., & Dewia, O. A. C. (2019). Es Pungpung Sebagai Alternatif Penggantian Es Batu dari Tepung Tapioka untuk Mengurangi Kerugian Ikan Pascapanen. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(4), 74–78. <https://doi.org/10.32734/ee.v2i4.654>
- Gelman, A., Glatman, L., Drabkin, V., & Harpaz, S. (2001). Effects of Storage Temperature and Preservative Treatment on Shelf Life of the Pond-Raised Freshwater Fish, Silver Perch (*Bidyanus bidyanus*). *Journal of Food Protection*, 64(10), 1584–1591. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.10.1584>
- Herawati, H. (2018). Potensi Hidrokoloid sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p17-25>
- Huda, M. A., Baharamsyah, A., & Cahyono, B. (2013). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional dengan Menggunakan Campuran Es Kering dan Cold Ice yang Berbahan Dasar Propylene Glycol. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(1), 37–40.
- Ibrahim, R., & Dewi, E. N. (2008). Chilling of Milkfish (*Chanos chanos* Forsk.) Using Sea Water Flake Ice and Its Quality Analysis. *Jurnal Saintek Perikanan*, 3(2), 27–32.
- Ismanto, D. T., Nugroho, F. T., & Baharamsyah, A. (2013). Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Es Kering dengan Penambahan Campuran Silika Gel. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(2), 177–180. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v2i2.4922>
- Kamsina, K., & Anova, I. T. (2013). Pengaruh Penambahan Gula dan Karagenan Terhadap Mutu Jelly Mentimun. *Jurnal Litbang Industri*, 3(1), 49. <https://doi.org/10.24960/jli.v3i1.620.49-57>
- Keys, D. R., Lowder, A. C., & Mireles DeWitt, C. A. (2018). Conditions for the effective chilling of fish using a nano-sized ice slurry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13564>
- Kusumah, A. P., Novita, Y., & Soeboer, D. A. (2015). Performa Pelelehan Es pada Bentuk Es yang Berbeda. *Marine Fisheries*, 6(1), 97–108.
- Li, J.-M., & Nie, S.-P. (2016). The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids*, 53, 46–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.035>
- Litaay, C., Wisudo, S. H., Haluan, J. H., & Harianto, B. (2018). The Effects of Different Chilling Method and Storage Time on The Organoleptic Quality of Fresh Skipjack Tuna. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), 717–726. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i2.19304>
- Moniharapon, A. (2016). Karakteristik Kimia dan Organoleptik *Permen Jelly Rumpun Laut*. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(2), 91–96. <https://media.neliti.com/media/publications/286027-karakteristik-kimia-dan-organoleptik-per-21ff56d1.pdf>

- Nurkusumaprama, A., Darmawati, E., & Purwanto, Y. A. (2014). *Ice gel Pack Application for Oyster Mushroom (Pleurotusostreatus) Distribution Packaging and Temporary Storage*. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 02(2), 1–8. <https://doi.org/10.19028/jtep.02.2.141-148>
- Prayasa, N. D., Widia, I. W., & Wijaya, I. M. A. S. (2019). Perancangan Alat Distribusi Ikan Segar Menggunakan Media Pendingin Ice Pack untuk Pedagang Ikan Keliling. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 7(2), 218. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2019.v07.i02.p01>
- Saputra, A. C. (2017). *Studi Eksperimen Penggunaan Ice gel Propylene Glycol Sebagai Media Pendingin Coolbox Kapal Ikan Tradisional* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://repository.its.ac.id/43902/1/4213100048-Undergraduate_Thesis.pdf
- Setyowidodo, F. (2016). *Analisa Penggunaan Campuran Es Dan Garam Sebagai Pendingin Ikan Di Atas Kapal Ikan Tradisional Untuk Nelayan Di Pulau Sapudi, Madura*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sumarsih, E., & Nuryati, R. (2017). Penggunaan *Ice gel* Sebagai Pendingin *Portable* pada UMKM Penjual Sayur Keliling. *Jurnal Pengabdian Siliwangi*, 3(1). <https://doi.org/10.37058/jsppm.v3i1.217>
- Ufie, R., & Lekatompessy, R. R. (2021). Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik. *ALE Proceeding*, 2, 243–247. <https://doi.org/10.30598/ale.2.2019.243-247>
- Waziroh, E., Istiana, N., & Ali, D. Y. (2017). *Proses Termal pada Pengolahan Pangan*. UB Press. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1144646#>
- Wulandari, U., Indi Sulistyowati, B., Sutono, D., Suharyanto, Istianto, K., & Prasetyono, U. (2023). Eksperimen Pembuatan *Ice gel* Skala Rumah Tangga Sebagai Media Pendingin *Cool Box* untuk Ikan Hasil Tangkap atau Pasca Panen. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 11(1), 38–42. <https://doi.org/10.35800/mthp.11.1.2023.46474>
- Yulianto, T., Putranto, T., Utama, D., Arif, I. S., Iswantoro, N., Hermawan, Y. A., Triastuti, W. E., Effendi, M. K., Hamzah, A., & Putra, E. I. (2025). Pelatihan Pembuatan *Cool box* dan *Ice gel* Berbasis Tepung Tapioka Meningkatkan Kualitas Ikan Hasil Tangkap. *Sewagati*, 9(2), 2898–2909. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i2.2387>