

STUDI PENGARUH AKTIVASI ZEOLIT TERHADAP KADAR GARAM NaCl DALAM PEMBUATAN TELUR ASIN

Bambang Yudono
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aktivasi zeolit terhadap daya adsorpsi larutan NaCl dan pengaruh zeolit hasil aktivasi sebagai media pengasinan terhadap kadar NaCl yang terdifusi kedalam telur.

Zeolit diaktivasi dengan menggunakan H_2SO_4 pada berbagai konsentrasi yaitu 2, 4, 6 N . Penentuan daya adsorpsi zeolit dan abu gosok dilakukan pada larutan Na konsentrasi 120 ppm dengan waktu kontak 120 menit. Sedangkan pembuatan telur asin menggunakan cara tradisional. Konsentrasi garam yang ditambahkan kedalam medium pengasinan adalah 25%, pengasinan dilakukan selama 10 hari. Analisa NaCl pada putih dan kuning telur dilakukan menggunakan metode Atomic Emission Spectrofotometric.

Hasil penelitian daya adsorpsi zeolit dan abu gosok terhadap larutan NaCl berkisar antara 1,6088 – 7,5612 mg/g. Hasil penelitian terhadap kadar NaCl dalam putih dan kuning telur masing-masing berkisar antara 3,6307%-9,1279% dan 1,1413%-2,6695%. Hasil uji organoleptik terhadap telur asin, yang memperoleh skor tertinggi terhadap tekstur, aroma, rasa, warna masing-masing adalah pada perlakuan menggunakan zeolit tanpa aktivasi (6,65), zeolit hasil aktivasi dengan H_2SO_4 6 N (6,75), zeolit tanpa aktivasi (6,10), zeolit hasil aktivasi dengan H_2SO_4 6 N (6,80).

I. Latar Belakang

Zeolit alam dapat digunakan sebagai material serbaguna didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion, daya adsorpsi dan daya katalis (Ribeirro, 1984:3). Untuk memperoleh zeolit dengan

kemampuan tinggi diperlukan beberapa perlakuan antara lain dengan cara aktivasi .

Aktivasi zeolit alam dibagi menjadi dua metode yaitu aktivasi fisik dan aktivasi kimia. Aktivasi fisik dapat menguapkan air yang menutupi pori-pori zeolit sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Aktivasi kimia bertujuan untuk membersihkan

permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan (Rachmawati & Sutarti, 1994 : 11-12).

Zeolit yang telah mengalami dehidrasi akibat proses aktivasi dapat mengadsorpsi air kembali bila zeolit dikontakkan dengan air / uap air. Karena ukurannya sangat kecil air akan mengisi seluruh saluran dan rongga-rongga didalam kristal zeolit (Purnama, 1997: 13). Bila dilihat dari sifat tersebut zeolit dapat dimanfaatkan sebagai media pengasinan dalam pembuatan telur asin seperti halnya abu, tanah liat, pasir, batu bata, jerami yang biasa digunakan.

Dalam pengasinan telur, medium pengasinan yang digunakan terdiri dari tiga yaitu, garam dapur yang berfungsi sebagai zat pengawet dan memberikan cita rasa (flavor), air yang berfungsi sebagai medium transpor dalam proses difusi dan serbuk material yang berfungsi sebagai carrier yang menjamin menyediakan NaCl secara merata dan kontinyu. Daya simpan air oleh serbuk material dipengaruhi oleh jenis material dan ukuran butiran serbuknya. Karena air merupakan medium transpor dalam proses difusi, maka diperlukan sejumlah air yang

cukup banyak dalam medium pengasinan supaya proses tersebut berjalan dengan lancar. Makin baik daya ikat medium pengasin terhadap air berarti makin baik daya simpannya terhadap NaCl (Zaitsev *et al.*, 1969 dalam Soepardie dkk, 1991 : 15-17).

Perbedaan dalam hal kemampuan adsorpsi terhadap NaCl akan mempengaruhi laju difusi NaCl dari media pengasinan kedalam telur sekaligus akan mempengaruhi kadar NaCl dalam telur asin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zeolit Alam

Mineral zeolit merupakan mineral alumina silikat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi dengan rongga dan saluran struktur kerangka dibangun oleh senyawa aluminat (AlO_4) dan silikat (SiO_4) (Hendri, 1998: 173).

Setiap atom silikon bermuatan +4 akan diimbangi oleh 4 atom oksigen sehingga atom silikon bermuatan netral. Sedangkan atom aluminium bermuatan +3 dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga penetralannya memerlukan satu muatan positif dari atom lain, misalnya Na^+ , Mg^{2+} dan lain-lain.

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal. Zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Bila kristal Zeolit dipanaskan pada suhu 300^oC-400^oC, maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya. (Rachmawati & Sutarti, 1991: 3).

Penyerapan dari adsorben sangat dipengaruhi oleh luas permukaan, maka untuk adsorben tersebut harus mempunyai pori maksimum. Pori adsorben ini akan mempengaruhi kontak reaktan dengan permukaan pori adsorben(Purnama,1997:). Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi perlu dilakukan proses aktivasi (Rachmawati & Sutarti, 1994 : 11). Proses Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dalam dua cara yaitu secara fisis dan kimiawi.

2.2 Faktor – faktor yang Berperanan dalam Pengasinan Telur

Kecepatan penetrasi garam kedalam telur ditentukan oleh beberapa faktor yang saling berpengaruh. Dibawah ini disajikan

beberapa faktor tersebut (Soepardie, 1991 :15-18) :

a. Faktor medium pengasin

Dalam pengasinan telur, medium pengasinan yang digunakan terdiri dari tiga yaitu, garam dapur yang berfungsi sebagai zat pengawet dan memberikan cita rasa (Flavor), air yang berfungsi sebagai medium transpor dalam proses difusi, dan serbuk material yang berfungsi sebagai “carrier” yang menjamin menyediakan NaCl secara merata dan kontinyu.

Daya simpan air oleh serbuk material dipengaruhi oleh jenis material dan ukuran butiran serbuknya. Makin besar kelarutan material didalam air serta makin kecil ukuran serbuknya, makin banyak jumlah air yang dapat disimpan oleh medium pengasin. Karena air merupakan medium transpor dalam proses difusi, maka diperlukan sejumlah air yang cukup banyak dalam medium pengasin supaya proses tersebut dapat berjalan dengan lancar. Menurut Zaitsev *et al* (1969) makin baik daya ikat medium pengasin terhadap air berarti makin baik daya simpannya terhadap NaCl.

b. Kadar Lemak

NaCl tidak larut dalam lemak, butir-butir lemak tidak dapat digunakan sebagai medium transpor bagi difusi NaCl. Oleh karena itu butir lemak mengurangi luas tempat bagi transportasi NaCl.

2.3 Garam sebagai Bahan Pengawet

Daya simpan bahan pangan yang digarami tergantung pada konsentrasi garam yang digunakan. Pada konsentrasi 2 – 5 % yang dikombinasikan pada suhu yang rendah, dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan pada konsentrasi 10 – 15 % sebagian besar bakteri terbunuh (kecuali beberapa bakteri halopilik), bakteri yang tahan tumbuh pada konsentrasi garam yang tinggi.

2.4 Mekanisme Penetrasi Garam ke dalam Telur

Menurut Suhendra (1976) penetrasi garam kedalam telur berjalan secara difusi setelah garam berubah menjadi ion-ion. Difusi ion-ion garam tersebut berlangsung melalui pori-pori kulit telur, putih telur dan masuk kedalam kuning telur melalui membran. Romanoff (1949) menyatakan

bahwa penetrasi garam ke bagian kuning telur disebabkan karena kadar air pada kuning telur lebih rendah dibandingkan dengan kadar air yang terkandung pada bagian putih telur (Arnawa dkk, 1990: 8).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Aktivasi Zeolit

Sampel zeolit alam dengan ukuran 100 mesh, sebanyak 100 g dicampur dengan larutan HF 1% 200 ml. Campuran dibiarkan 15 menit pada suhu kamar, kemudian disaring dan dicuci sampai pH netral. Endapan hasil penyaringan dipanaskan dalam oven pada suhu 130°C selama 2 jam hingga sampel kering. Sampel yang telah kering ditambahkan asam sulfat 200 ml pada berbagai konsentrasi sesuai dengan perlakuan dibiarkan sehari semalam. Hasil perendaman disaring, dicuci dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven 130°C selama 2 jam. Masing-masing sampel direndam dalam larutan Amonium Nitrat 1N selama 4 jam, kemudian dicuci dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan pada oven 130°C selama 2 jam. Sampel kemudian dikalsinasi pada suhu 600°C

didalam muffle furnace selama 5 jam.
(Hassler, 1963 ; Wega,1994)

3.2 Penentuan Daya Adsorpsi Zeolit terhadap Larutan NaCl

Zeolit yang telah diaktivasi diatas sebanyak 1 g dimasukkan kedalam erlemeyer ditambahkan larutan NaCl dengan konsentrasi 120 ppm sebanyak 50 ml. Diaduk dengan magnetik stirer selama 120 menit setelah itu larutan disaring dengan kertas saring whatman no 42. Pipet 1 ml filtrat encerkan dengan air demineral sampai 50 ml. Konsentrasi NaCl sisa dapat ditentukan dengan metode Atomic Emission Spectrofotometric (AES). Cara yang sama juga dilakukan terhadap abu gosok.

3.3 Pembuatan Telur Asin

Dibuat medium pengasinan yang berupa campuran zeolit 30 g dan 10 g garam dapur. Adonan tersebut ditambah air bersih secukupnya dan diaduk sampai bercampur betul sehingga adonan berbentuk pasta. Campuran tersebut digunakan untuk mengawetkan telur itik, dengan cara membungkus telur satu persatu secara merata. Telur yang sudah dibungkus dengan

adonan disimpan selama 10 hari. Cara yang sama juga dilakukan menggunakan abu gosok.

3.4 Analisa Kadar NaCl dalam Putih Telur dan Kuning Telur

Ditimbang 0,5 g berat kering putih atau kuning telur, kemudian masukkan kedalam labu destruksi. Setelah itu ditambah H_2SO_4 pekat (97%) dan HNO_3 pekat (65%) masing-masing 5 ml., kemudian dipanaskan dalam heatmantel pada suhu $60^{\circ}C$ selama 30 menit, setelah itu tambahkan pula HNO_3 65% sebanyak 5 ml. Pemanasan dinaikkan menjadi suhu $120^{\circ}C$ lalu $150^{\circ}C$ setelah sampel berubah warna menjadi hitam dilanjutkan dengan penambahan larutan H_2O_2 30% sebagai oksidator sebanyak 1 ml. Penambahan H_2O_2 30% diulangi tetes demi tetes sampai sampel jernih. Setelah larutan berubah warna menjadi jernih dinginkan kemudian encerkan dengan air demineral sampai 50 ml (kuning telur) atau 100 ml untuk putih telur. Kadar NaCl dalam putih dan kuning telur dianalisa dengan metode Atomic Emission Spectrofotometric (AES).

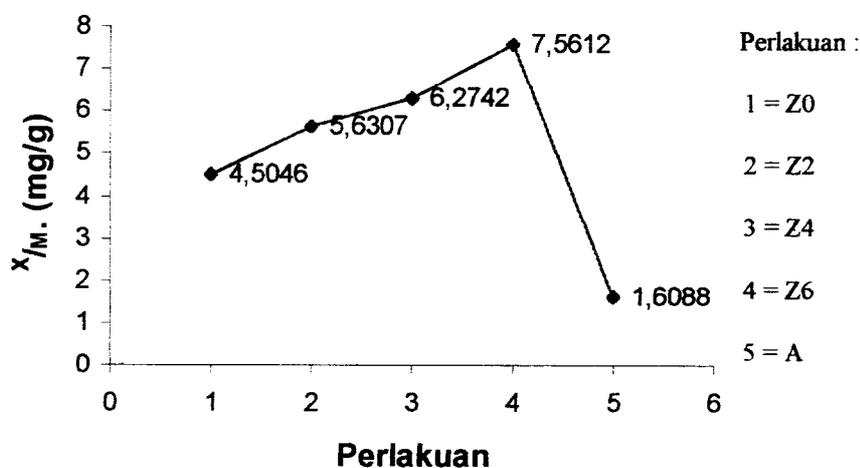
3. 5 Uji Organoleptik

Uji Organoleptik dilakukan dengan metode preference test dengan model 9 skala hedonik dan untuk mengetahui alasan penilaian para panelis juga dilakukan uji organoleptik menggunakan metode Soepardie dkk (1991) dengan 20 orang panelis.

LV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Aktivasi Zeolit Terhadap Daya Adsorpsi NaCl

Dari Gambar 2 dapat dilihat zeolit yang aktivasi dengan asam sulfat 6 N memiliki daya absorpsi tertinggi yaitu 7,5612 mg/g dan abu gosok mempunyai kemampuan menyerap NaCl paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu 1,6088 mg/g.



Gambar.2 .Grafik Daya Adsorpsi Zeolit Alam Aktif dan Abu Gosok terhadap Larutan NaCl

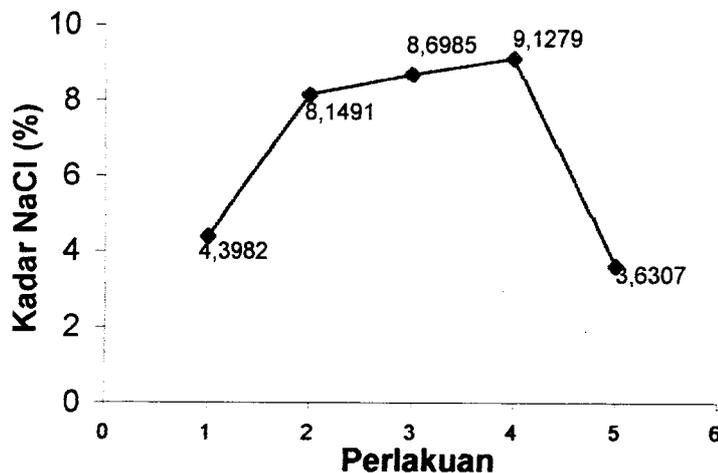
Penentuan daya adsorpsi zeolit dan abu gosok juga dilakukan terhadap NaCl yang terdapat dalam larutan garam dapur pada konsentrasi yang sama yaitu 120 ppm. Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan untuk aktivasi makin tinggi daya adsorpsi zeolit terhadap larutan NaCl dalam garam dapur. Daya adsorpsi abu gosok terhadap larutan NaCl dalam garam dapur paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai daya adsorpsi zeolit dan abu gosok sangat rendah jika dibandingkan dengan nilai daya adsorpsi zeolit dan abu gosok terhadap NaCl dalam larutan NaCl murni. Hal ini dapat disebabkan garam dapur mengandung banyak unsur-unsur lain selain Na seperti K, Ca, Mg, mungkin juga Fe. Zeolit adalah adsorben yang sangat selektif dalam penyerapannya. Bila di dalam suatu sampel mengandung ion-ion seperti Na, K, Ca, Mg maka berdasarkan urutan kuat medan kation K akan diserap lebih kuat dari pada kation lain, tetapi tidak menutup kemungkinan bagi kation lain untuk ikut terserap.

Pada proses aktivasi variasi konsentrasi H_2SO_4 digunakan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam terhadap jumlah kation yang keluar dari zeolit. Semakin pekat asam mineral yang digunakan akan semakin banyak kation-kation Na^+ , Ca^{2+} , dan kation-kation lainnya yang keluar dan digantikan ion H^+ sehingga zeolit akan mengadsorpsi adsorbat dalam bentuk spesi ion (Purwadi, 1998 : 19). Abu gosok memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi yaitu 94,23% (Saenong, 1993). Struktur yang didominasi oleh atom Si lebih bersifat hidrofobik, sedangkan NaCl adalah senyawa hidrofilik sehingga abu gosok memiliki daya adsorpsi yang rendah terhadap larutan NaCl.

4.2 Pengaruh Perlakuan Aktivasi Zeolit Terhadap Kadar NaCl Dalam Pembuatan Telur Asin.

a. Pengaruh Perlakuan Aktivasi Zeolit terhadap Kadar NaCl dalam Putih Telur Asin.

Data hasil pengukuran dan perhitungan terhadap kadar NaCl dalam putih telur dapat dilihat pada grafik Gambar 4.



Gambar.4. Grafik Kadar NaCl dalam Putih Telur Asin pada Beberapa Perlakuan Media Pengasinan

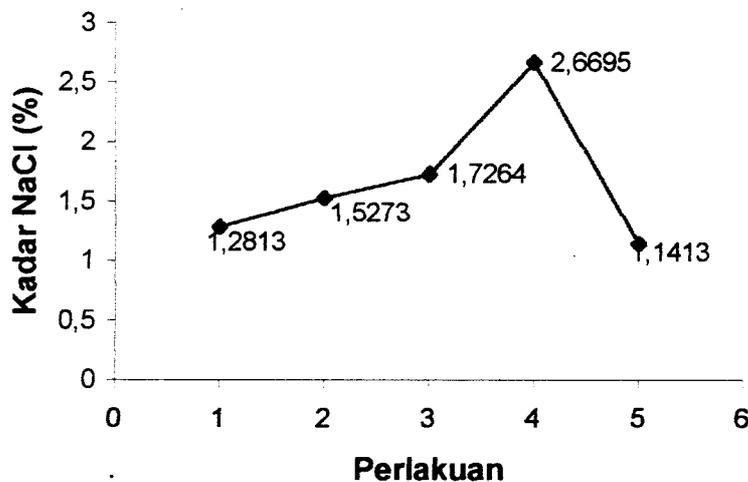
Berdasarkan grafik yang tersaji pada Gambar. 4 menunjukkan perlakuan media pengasinan zeolit dan abu gosok menghasilkan penetrasi garam dapur (NaCl) ke dalam putih telur asin dengan menggunakan media zeolit yang diaktivasi dengan asam sulfat 6 N lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan Z0, Z2, Z4, A, yaitu 9,1279% sedangkan kadar NaCl yang paling rendah terdapat pada putih telur yang diasinkan dengan media abu gosok (A).

Pada proses pengasinan molekul-molekul NaCl masuk ke fase permukaan dari serbuk material (adsorben) dan akhirnya terjebak ke dalam rongga-rongga. Makin banyak molekul NaCl yang diadsorpsi oleh serbuk material makin tinggi konsentrasinya dalam media pengasinan sehingga akan semakin tinggi tekanan osmosa dalam media pengasinan akibatnya akan semakin cepat masuknya NaCl ke dalam telur.

b. Pengaruh Perlakuan Aktivasi Zeolit terhadap Kadar NaCl dalam Kuning Telur Asin.

Data hasil pengukuran kadar NaCl dalam kuning telur asin hasil penelitian dapat dilihat pada grafik Gambar 5. Perpindahan garam ke kuning telur terjadi jika kandungan garam pada putih telur sudah tinggi. Peristiwa ini terjadi secara difusi dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah (Triyantini, 1981 : 2-4). Membandingkan antara kadar garam

dapur (NaCl) dalam putih telur dan dalam kuning telur dapat diketahui bahwa kadar NaCl lebih banyak yang terdapat dalam putih telur. Hal ini disebabkan : (1) Jarak antara media pengasinan dengan putih telur lebih dekat, (2) kuning telur merupakan bagian yang terdalam dan dibungkus oleh membran vitelin, dan (3) adanya komponen lemak dalam kuning telur yang bukan media yang baik untuk transportasi garam dapur (Soepardie dkk, 1991: 33-34).



Gambar.5. Grafik Kadar NaCl dalam Kuning Telur Asin pada Beberapa Perlakuan Media Pengasinan

4. 2 Pengaruh Perlakuan Pengasinan pada Sifat Organoleptik

Uji Organoleptik merupakan uji penerimaan (preference test). Penilaian organoleptik telur asin yang meliputi warna, aroma, tekstur, citarasa. Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 20 orang panelis.

a. Hasil Uji Organoleptik terhadap Tekstur Telur Asin

Data hasil uji organoleptik terhadap tekstur telur asin dapat dilihat pada Tabel.1

Tabel 1. Data Hasil Uji Organoleptik Tekstur Telur Asin

Perlakuan	Skor Skala Hedonik									Frekuensi penguji (Xi)	$\sum X_i \cdot Y_i$	N rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Z0	-	-	-	1	2	4	9	4	-	20	133	6,65
Z2	-	-	3	3	5	6	3	-	-	20	103	5,15
Z4	-	2	5	4	2	5	2	-	-	20	89	4,45
Z6	1	1	5	5	3	2	3	-	-	20	86	4,30
A	2	-	2	3	5	5	3	-	-	20	96	4,80

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa tekstur telur asin yang menggunakan media pengasinan zeolit yang tidak diaktivasi (Z0) menghasilkan nilai/skor tertinggi dibandingkan dengan yang lain yaitu 6,65 yang berada pada kategori mendekati suka

sedangkan skor terendah terdapat pada telur asin yang menggunakan media pengasinan zeolit yang diaktivasi dengan H_2SO_4 6 N yaitu 4,30 yang berada pada kategori agak tidak suka sampai kategori biasa.

b. Hasil Uji Organoleptik terhadap Aroma Telur Asin

Data hasil Pengujian terhadap aroma telur asin hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel .2

Tabel.2 Data Hasil Uji Organoleptik Aroma Telur Asin

Perlakuan	Skor Skala Hedonik									Frekuensi penguji (Xi)	$\Sigma Xi.Yi$	N rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Z0	2	4	5	2	2	3	2	-	-	20	75	3,75
Z2	-	1	6	2	5	2	4	-	-	20	93	4,65
Z4	-	2	1	4	2	6	2	3	-	20	107	5,35
Z6	-	-	1	1	2	3	6	5	2	20	135	6,75
A	1	4	6	3	3	3	-	-	-	20	72	3,60

Berdasarkan data tersebut di atas perlakuan pengasinan menggunakan media pengasinan zeolit yang diaktivasi dengan asam sulfat 6 N memperoleh skor tertinggi yaitu 6,75 yang berada pada kategori suka,

sedangkan perlakuan pengasinan dengan menggunakan media pengasinan abu gosok memperoleh skor terendah yaitu 3,60 berarti berada pada kategori aroma antara tidak suka sampai agak tidak suka.

c. Hasil Uji Sensoris terhadap Rasa Telur Asin

Data hasil pemeriksaan organoleptis terhadap rasa telur asin disajikan pada Tabel.

3

Tabel.3 Data Hasil Uji Organoleptik Rasa Telur Asin

Perlakuan	Skor Skala Hedonik									Frekuensi penguji (Xi)	$\sum X_i \cdot Y_i$	N rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Z0	-	-	1	2	4	4	5	4	-	20	122	6,10
Z2	2	3	5	3	1	4	2	-	-	20	78	3,90
Z4	1	2	9	4	1	1	2	-	-	20	73	3,65
Z6	2	3	6	4	3	2	-	-	-	20	69	3,45
A	-	2	2	4	6	2	3	1	-	20	97	4,85

Berdasarkan Tabel.3 skor rasa telur asin berkisaran antara 3,45 sampai 6,10, skor terendah diperoleh telur yang mengalami pengasinan menggunakan media abu gosok (A) dan skor tertinggi diperoleh telur yang mengalami perlakuan zeolit yang tidak diaktivasi (Z0) dengan kategori agak suka.

zeolit 6 N yaitu 6,80 berada pada kategori suka. Sedangkan skor terendah diperoleh telur asin yang mendapat perlakuan abu gosok yaitu 3,55 yang berada kategori tidak suka sampai agak tidak suka

d. Hasil Uji Organoleptik Terhadap Warna Telur Asin

Pada Tabel.4 dapat dilihat uji organoleptik terhadap warna, skor tertinggi diperoleh telur asin yang mendapat perlakuan

Tabel.4 Data hasil Uji Organoleptik Warna Telur Asin

Perlakuan	Skor Skala Hedonik									Frekuensi penguji (Xi)	$\sum Xi.Yi$	N rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Z0	-	-	12	3	-	5	-	-	-	20	78	3,90
Z2	-	3	1	-	1	8	4	3	-	20	114	5,70
Z4	-	-	-	1	5	4	9	-	1	20	125	6,25
Z6	-	-	-	1	4	1	7	6	1	20	136	6,80
A	1	4	7	4	1	1	2	-	-	20	71	3,55

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Zeolit yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 6 N memiliki kemampuan mengadsorpsi NaCl paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 7,5612 mg/g sedangkan daya adsorpsi terendah diperoleh pada perlakuan dengan menggunakan abu gosok yaitu 1,6088 mg/g
2. Kadar NaCl tertinggi pada putih dan kuning telur asin diperoleh pada perlakuan menggunakan media pengasinan zeolit yang diaktivasi dengan asam sulfat 6 N, yaitu 9,1279% dan 2,6695% dan kadar garam terendah diperoleh pada putih dan kuning telur asin yang menggunakan media abu gosok, yaitu 3,883% dan 1,210%
3. Hasil Uji Organoleptik terhadap telur asin yang memperoleh skor tertinggi terhadap tekstur, aroma, rasa, warna masing-masing adalah pada perlakuan menggunakan zeolit tanpa aktivasi (6,65), zeolit hasil aktivasi dengan H_2SO_4 6 N (6,75), zeolit tanpa aktivasi (6,10), zeolit hasil aktivasi dengan H_2SO_4 6 N (6,80).

5.2 Saran

Rasa dari telur asin selain dipengaruhi oleh kadar NaCl dalam telur asin juga dipengaruhi kandungan asam lemak dari telur asin tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pengaruh perlakuan media pengasinan dan waktu penyimpanan telur yang diasinkan dengan media zeolit terhadap kandungan total asam dari telur asin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnawa, Kartini, Hartawan M., Aryanto R.W., *Pengaruh Pengasinan Telur Itik Dengan Berbagai Bahan Adonan dan Dosis Garam Terhadap Mutu Daya Awet Telur Asin Selama Penyimpanan*, P. Peternakan UNUD.
- Damayanti.E & Widjayanto.E.S, 1990, *Teknologi Makanan*, Dept. Dikbud. Dirjen Pendidikan Dasar Menengah, Jakarta.
- Frazier.C.W, 1967, *Food Microbiology*, 2nd Edition, Mc-Graw Hill Book Company, New York.
- Purnama S. Maria, 1997. *Zeolitisasi Dari Bentonit Untuk Menghilangkan Ion Amonium Dalam air Limbah*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Riau.
- Purwadi, B.,1998. *Pemanfaatan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Limbah Cair Dan Media Fluidisasi Dalam Kolom Fluidisasi*, Ilmu-Ilmu Teknik, Jurnal Penelitian .10 (1).
- Rachmawati .M, Sutiarti .M,1994, *Zeolit Tinjauan Literatur*, PDI LIPI, Jakarta.
- Ribeiro,F.R., 1984, *Zeolit Science and Technology*, Nato Scientific Affairs Divission, Boston.
- Soepardi, Ir. SU. Dkk. 1991. *Kajian Metode Pengasinan Sebagai Upaya Menghasilkan Telur Asin Yang Berkualitas Baik dan Masir*. Fak. Peternakan UNDIP. Semarang.
- Saenong, S., Murniaty.E., Bahar, F.A., 1993, *Dormansi Benih Padi*, Kumpulan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Maros, Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Tsitsishvilly. G.V, 1992, *Natural Zeolite*, Institue of Physical and Organic Chemistry, Academy of Science of Georgia.
- Wega. 1991. *Karakterisasi, Modifikasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam*. Tesis S-2 Universitas Gajah Mada ,Yogyakarta.