

JURNAL KONVERSI

- **PENGARUH PENAMBAHAN SPENT BLEACHING EARTH PADA MINYAK NYAMPLUNG UNTUK GEMUK LUMAS**
Yeti Widyawati, Dziki Ufidian
- **PENGARUH BLENDING MINYAK NABATI PADA PELUMAS DARI MINYAK MINERAL TERHADAP STABILITAS OKSIDASI DAN KETAHANAN KOROSI LOGAM**
Tita Diana Ningsih Retno Farida, Ratri Ariatmi Nugrahani
- **KAJIAN KINETIKA PEMBUATAN EPIKLOROHIDRIN**
Herliati
- **PENGARUH JENIS STARTER TERHADAP MUTU ZEAGURT PROBIOTIK**
Rahmawati, Iman Basriman
- **PENGARUH JENIS NASI TERHADAP NILAI GIZI DAN MUTU KIMIAWI NASI DALAM KEMASAN SELAMA PENYIMPANAN SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN DARURAT**
Giyatmi, Desy Dwi Anggraini
- **EVALUASI ASPEK FINANSIAL PENGHEMATAN BAHAN BAKAR BENSIN MENJADI CNG (COMPRESSED NATURAL GAS) UNTUK MOBIL PRIBADI**
Ika Kurniaty





Redaksi

PEMIMPIN REDAKSI : Dr. Ir. Ismiyati, MT.

DEWAN REDAKSI : Prof. Dr. Ir. Slamet, MT.
Dr. Ir. Tri Yuni Hendrawati, M.Si.

Dr. Ir. Joelianingsih, MT.
Dr. Rahmawati, ST., M.Si.
Ir. Herliati, MT. Ph.D.
Nurul Hidayati Fitriyah, ST., M.Sc., Ph.D.
Dr. Ir. Ratri Ariatmi Nugrahani, MT.

EDITOR : Irfan Purnawan, ST, M.Chem.Eng.
Alvika Meta Sari, ST, M.Chem.Eng.
Ummul Habibah Hasyim, ST., M.Eng.
Susanty, S.Pd., M.Si.
Rini Siskayanti, ST., MT

EDITOR LAY OUT : Daruki
Haryadi Wibowo, ST. MT

Alamat Redaksi : Redaksi Jurnal KONVERSI
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27
Jakarta Pusat 10510
T. +62-21-91268629
E. jurnalkonversi@umj.ac.id

JURNAL KONVERSI

Volume 6 Nomor 1 April 2017



Diterbitkan oleh: Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta



Pengantar Redaksi

Assal mu'alaykum Warohmatull hi Wabarok tuh

Bismill hir rohm nir rohm, dengan mengharap ridho Allah SWT dan syafa'at Rosulullah saw, Jurusan Teknik Kimia – Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ) menerbitkan jurnal KONVERSI Volume 6 Nomor 1 tahun 2017. Penerbitan jurnal KONVERSI ini diharapkan dapat berlangsung secara kontinyu dan konsisten setiap semester.

Alhamdulillah Robbilm 'alamn, dalam edisi kali ini Jurnal KONVERSI menyajikan 6 makalah, yang merupakan karya-karya dari akademisi – akademisi. Artikel yang disajikan dalam edisi ini, mengenai Pengaruh Penambahan Spent Bleaching Earth Pada Minyak Nyamplung Untuk Gemuk Lumas oleh Yeti Widyawati, Dziki Ufidian (Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya). Pengaruh Blending Minyak Nabati pada Pelumas dari Minyak Mineral terhadap Stabilitas Oksidasi dan Ketahanan Korosi Logam oleh Tita Diana Ningsih, Retno Farida, Ratri Ariatmi Nugrahani (Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta). Kajian Kinetika Pembuatan Epiklorohidrin oleh Herliati (Teknik Kimia Universitas Jayabaya Jakarta). Pengaruh Jenis Starter Terhadap Mutu Zeagurt Probiotik oleh Rahmawati, Iman Basriman (Jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid Jakarta). Pengaruh Jenis Nasi Terhadap Nilai Gizi dan Mutu Kimiawi Nasi Dalam Kemasan Selama Penyimpanan Sebagai Alternatif Pangan Darurat oleh Giyatmi, Desy Dwi Anggraini (Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Sahid Jakarta). Evaluasi Aspek Finansial Penghematan Bahan Bakar Bensin Menjadi CNG (Compressed Natural Gas) Untuk Mobil Pribadi oleh Ika Kurniaty (Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta).

Akhir kata, semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Untuk itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik bagi pengembangan jurnal ini ke arah yang lebih baik di masa mendatang.

Bill hit tawfiq wal hidayah
Wassal mu'alaykum Warohmatull hi Wabarok tuh

Jakarta, April 2017
Tim Redaksi



Daftar Isi

Redaksi
Pengantar Redaksi
Daftar Isi

Pengaruh Penambahan Spent Bleaching Earth Pada Minyak Nyamplung Untuk Gemuk Lumas1-6
Yeti Widyawati, Dziki Ufidian

Pengaruh Blending Minyak Nabati pada Pelumas dari Minyak Mineral terhadap Stabilitas Oksidasi dan Ketahanan Korosi.....7-12
Tita Diana Ningsih, Retno Farida, Ratri Ariatmi Nugrahani

Kajian Kinetika Pembuatan Epiklorohidrin.....13-18
Herliati

Pengaruh Jenis Starter Terhadap Mutu Zeagurt Probiotik19-30
Rahmawati, Iman Basriman

Pengaruh Jenis Nasi Terhadap Nilai Gizi dan Mutu Kimiawi Nasi Dalam Kemasan Selama Penyimpanan Sebagai Alternatif Pangan Darurat31-42
Giyatmi, Desy Dwi Anggraini

Evaluasi Aspek Finansial Penghematan Bahan Bakar Bensin Menjadi CNG (Compressed Natural Gas) Untuk Mobil Pribadi.....43-49
Ika Kurnaty

Ucapan Terimakasih

Kriteria Penulisan

PENGARUH PENAMBAHAN SPENT BLEACHING EARTH PADA MINYAK NYAMPLUNG UNTUK GEMUK LUMAS

Yeti Widyawati ¹⁾, Dziki Ufidian ²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya
widya_w21@yahoo.co.id

ABSTRACT. *Has developed a formula greases with oil-based material nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) where base oil performance and tribological performance of the nyamplung oil enhanced with the addition of thickening former pemucat ground. The aim dropping point greases product is greater than the minimum threshold standards, namely 192,50 C. formulation of oil-based greases nyamplung, is an innovation in research in the field of lubricants are committed to produce the kinds of environmentally friendly greases and renewable*

Keywords: nyamplung, greas, spent bleaching eart

ABSTRAK. *Telah dikembangkan formula gemuk lumas dengan bahan dasar minyak nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) di mana tribological performance dari minyak nyamplung tersebut ditingkatkan dengan penambahan pengental tanah pemucat bekas. Hasil uji nilai dropping point produk gemuk lumas ini didapat pada komposisi SBE : minyak nyamplung (35:65) nilai NLGI 2, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk gemuk lumas pada umumnya. Formulasi gemuk lumas berbahan dasar minyak nyamplung, adalah suatu inovasi penelitian di bidang pelumas yang berkomitmen untuk menghasilkan jenis-jenis gemuk lumas ramah lingkungan dan terbarukan.*

Kata kunci: nyamplung, gemuk lumas, tanah pemucat bekas

PENDAHULUAN

Gemuk atau *grease* adalah pelumas semi padat atau cairan sangat kental, yang merupakan koloid padat-cair yang terbuat dari cairan minyak dasar (*base oil*) dan padatan pengental (*thickening agent*). Sifat semi padat ini menjadikan gemuk memiliki kemampuan khas dan berbeda dari pelumas cair, yaitu dapat menempel di dekat permukaan gesek, sehingga dapat berfungsi melumasi sekaligus menjadi penyekat (*seal*). Sifat semipadat tersebut menyebabkan gemuk tidak merembes keluar dari permukaan gesek dan dapat mencegah kontaminan masuk ke dalam permukaan gesek. Oleh karena itu gemuk dapat diaplikasikan pelumasan secara praktis dan ekonomis, yaitu pada sistem pelumasan yang sederhana tanpa sirkulasi (Pirro, 2001; Lansdown, 2007).

Gemuk ramah lingkungan dapat dibuat menggunakan pelumas sintetik jenis ester, misalnya trimetilolpropan, yang bersifat ramah lingkungan (Sharma *et al.*, 2006). Gemuk bio berbasis minyak bunga matahari juga telah dikembangkan untuk aplikasi pada alat berat (Barriga dan Aranzabe, 2006).

Selain itu isu yang berkembang global dikalangan para peneliti yaitu tentang pemanfaatan limbah industri yang amat sangat banyak dihasilkan tiap tahunnya. Dengan kemampuan untuk mengolah limbah yang ada menjadi sesuatu yang dapat dimanfaatkan kembali maupun dapat digunakan oleh masyarakat, akan sangat berdampak baik pada lingkungan disekitar pabrik tersebut dan juga masyarakat disekitarnya. Salah satu limbah yang kuantitasnya besar dan selalu dihasilkan oleh pabrik pembuatan minyak goreng yaitu tanah pemucat bekas (*spent bleaching earth*).

Tanah pemucat bekas merupakan limbah yang di hasilkan dari proses pemucatan minyak pada industri minyak goreng. Umumnya tanah pemucat yang telah digunakan hanya dibuang dan ditumpuk di lahan terbuka. Penanganan seperti ini dapat berdampak negatif karena dapat menimbulkan bau yang tidak sedap. Dari

tanah pemucat bekas ternyata masih bisa dimanfaatkan sebagai pengental dalam pembuatan *grease*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan rasio terbaik tanah pemucat pemucat bekas yang ditambahkan pada minyak nyamplung untuk gemuk lumas.

METODOLOGI PENELITIAN

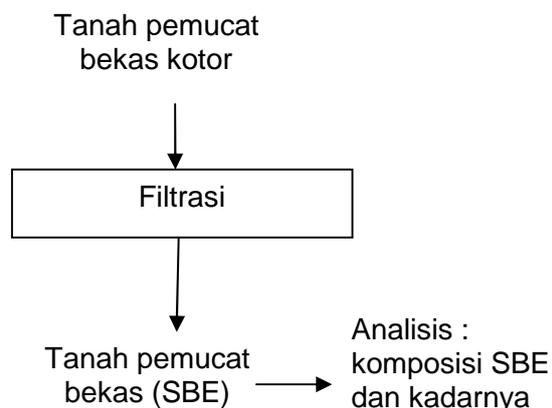
Bahan dan Alat

Minyak nyamplung dan tanah pemucat bekas (SBE) bekas yang di peroleh dari PT Asian Agri. Peralatan yang digunakan : tangki pencampur yang dilengkapi pengaduk dan indikator suhu, alat-alat gelas, dan lain-lain.

Metode Penelitian

Preparasi SBE

Tanah pemucat bekas dipreparasi melalui proses filtrasi.



Gambar 1 Preparasi tanah pemucat bekas

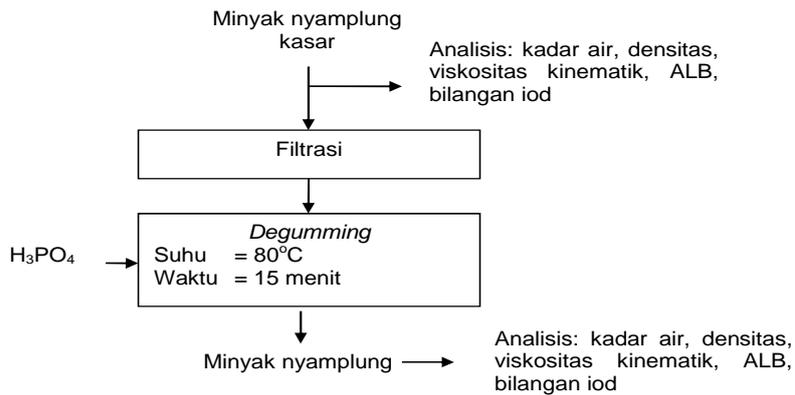
Preparasi Minyak Nyamplung

Minyak nyamplung kasar dimurnikan melalui proses *degumming* menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) 20%. Minyak nyamplung disaring dengan penyaring vakum. Proses pemisahan gum (*degumming*) dilakukan dengan cara menimbang 500 gram minyak nyamplung, lalu dipanaskan di atas *hotplate* sampai suhu $80^\circ C$ sambil diaduk dengan menggunakan *magnetik stirrer*. Larutan asam fosfat konsentrasi 20% sebanyak 0,2-0,3% (v/w) ditambahkan dan diaduk selama 15 menit. Minyak nyamplung dipisahkan di corong pemisah dan

ditambahkan air hangat (50-60°C) dengan cara penyemprotan. Campuran minyak dan air di corong pemisah digoyang-goyang agar air menyebar dan dapat mengikat gum dalam minyak berupa getah atau lendir

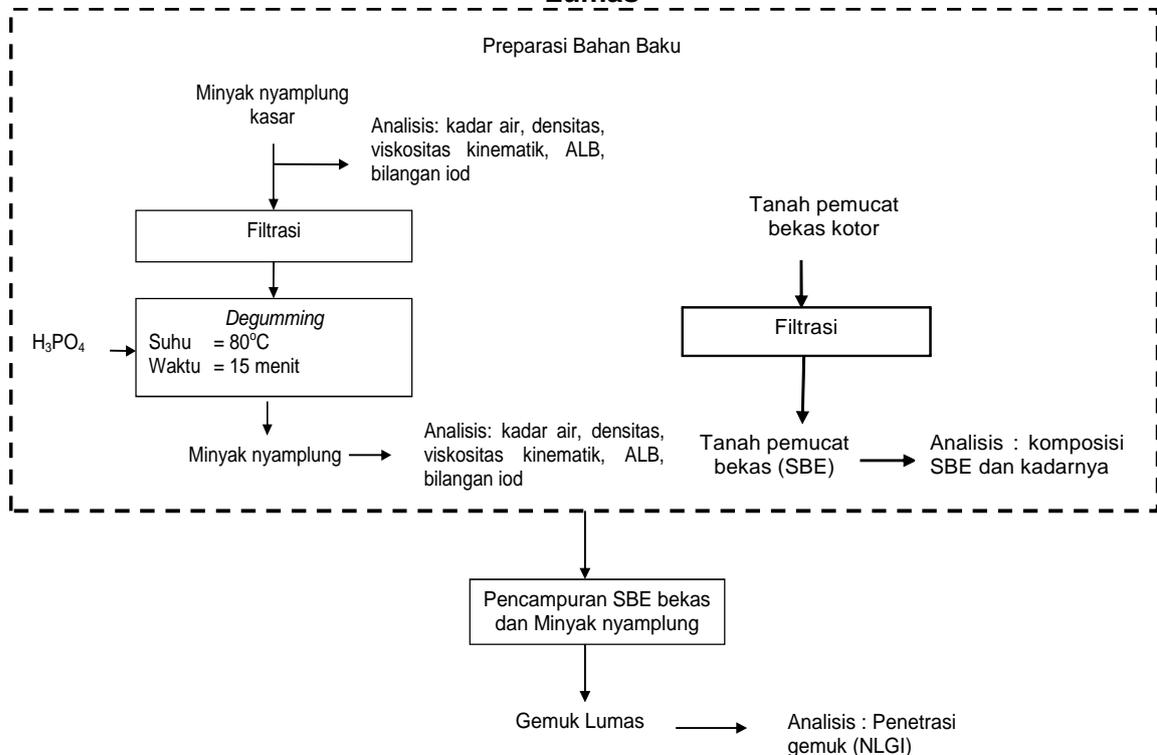
Getah atau lender terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat dan resin. Air yang disemprotkan ke dalam corong pemisah dilakukan hingga air buangan

netral (sampai pH 6,5-7). Sisa Air dalam minyak dihilangkan dengan cara memanaskan dengan *hot plate* pada suhu 105°C selama 10 menit, setelah itu dikeringkan dengan pengering vakum pada suhu 80°C selama 10 menit sampai tidak terdapat gelembung uap air. Diagram alir proses pemurnian minyak nyamplung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Preparasi minyak nyamplung

Diagram alir Pembuatan Gemuk Lumas



Gambar 3 Pembuatan gemuk lumas

Formula gemuk lumas di buat dengan cara mencampur minyak nyamplung dan bahan pengental SBE dengan komposisi yang sudah ditentukan dengan spesifikasi National Lubricating Grease Institute (NLGI) pada skala 500 gram. Karakteristik gemuk lumas yang dihasilkan, diuji sifat fisika kimia dan unjuk kerjanya dengan pengujian dropping point (ASTM D566).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis SBE Bekas

Spent bleaching earth (SBE) yang digunakan merupakan limbah dari proses pemucatan (bleaching) minyak goreng di PT. Asian Agri, Jakarta Utara, umumnya penanganan limbah bekas pemucatan minyak goreng tersebut hanya dijadikan *landfill* atau di tumpuk.

Komposisi utama SBE adalah Fe_2O_3 , Al_2O_3 , dan SiO_2 . Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi SBE bekas

No	Komponen	Kadar
1	MgO	< 0.07%
2	Al_2O_3	10.74%
3	SiO_2	46.01%
4	P_2O_5	0.66%
5	K_2O	0.33%
6	CaO	0.84%
7	TiO_2	0.87%
8	Fe_2O_3	6.89%
9	S	0.14%
10	Cl	0.02%
11	V	106.04 ppm
12	Cr	30.85 ppm
13	Mn	751.50 ppm
14	Co	37.53 ppm
15	Ni	8.74 ppm
16	Cu	23.52 ppm
17	Zn	97.17 ppm
18	As	2.83 ppm
19	Cd	< 1.67 ppm
20	Hg	19.54 ppm
21	TI	3.73 ppm
22	Pb	20.18 ppm

Tabel 1 memperlihatkan kandungan Fe_2O_3 SBE murni yang belum dipakai adalah 2-10% sedangkan kandungan Fe_2O_3 dari SBE bekas adalah 6-7% ; demikian juga

Al_2O_3 , sebelum 5-20% dan setelahnya 10-11% dan SiO_2 sebelum 55-80% dan setelahnya yaitu 46 %. Salah satu komponen yang sangat berpengaruh dalam proses pengentalan untuk membuat gemuk lumas adalah SiO_2 yang diketahui berdasarkan analisa XEPOX didapat kadar yang masih tinggi yaitu sekitar 46%.

Analisis Minyak Nyamplung

Karakterisasi pendahuluan pada minyak nyamplung bertujuan untuk mengetahui karakteristik minyak nyamplung yang akan dijadikan metil ester sebagai bahan baku pembuatan trimetilolpropana ester. Hasil analisa sifat fisiko kimia minyak nyamplung dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat fisik minyak nyamplung

Parameter	Satuan	Sebelum degumming (Crude oil)	Sesudah degumming (Refined oil)
Kadar air	%	0,201	0,362
Densitas 20°C	g/ml	0,944	0,935
Viskositas kinematik 40°C	cSt	28,78	25,35
Kadar asam lemak bebas	%	21,03	19,70
Bilangan asam	mg KOH/g	41,84	39,20
Bilangan penyabunan	mg KOH/g	198,1	194,7
Bilangan iod	mg/g	86,42	85,04

Hasil analisis sifat fisiko kimia minyak nyamplung diperoleh kadar air sebesar 0,201% (b/b). Nilai ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Sahirman (2009) yaitu 0,25% (b/b). Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan penanganan pasca panen, seperti proses pengeringan. Pengeringan yang tepat akan menentukan rendemen minyak yang dihasilkan. Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas minyak nyamplung. Kadar air yang tinggi memungkinkan terjadinya reaksi hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Densitas minyak nyamplung pada suhu 20°C sebesar 0,944 g/ml. Densitas minyak dipengaruhi oleh bobot molekul asam lemak. Semakin tinggi bobot molekul asam lemak maka densitas semakin tinggi. Bilangan asam minyak nyamplung awal adalah 41,84 mg KOH/g minyak, nilai ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Sahirman (2009) yaitu

59,94 mg KOH/g minyak. Hal ini disebabkan karena kandungan air dalam minyak nyamplung dapat menghidrolisis trigiserida sehingga bilangan asam tinggi.

Bilangan asam menunjukkan jumlah asam lemak yang terdapat dalam minyak. Kandungan asam lemak tidak jenuh dalam minyak nyamplung semakin tinggi akan memungkinkan terjadinya oksidasi pada ikatan rangkap, sehingga bilangan asam meningkat. Kondisi penyimpanan yang kontak langsung dengan udara dan besi juga dapat menjadi penyebab reaksi oksidasi yang menghasilkan asam-asam lemak berantai pendek. Nilai viskositas kinematik minyak nyamplung awal sebesar 28,78 cSt lebih rendah dari hasil penelitian Sahirman (2009) yaitu 60,96 cSt. Nilai ini masih cukup tinggi apabila digunakan sebagai bahan bakar (biodiesel).

Analisis sifat fisiko kimia juga dilakukan pada minyak hasil *degumming*. Pada penelitian ini, *degumming* dilakukan pada suhu 80°C menggunakan asam fosfat teknis sebanyak 0,3% (b/b). Koagulasi gum lebih cepat terjadi pada suhu 80 °C karena penggumpalan protein terjadi pada suhu tinggi sehingga fungsi emulsifiernya hilang. Setelah proses *degumming* warna minyak mengalami perubahan dari warna hijau kehitaman menjadi kuning kemerahan. Hal ini disebabkan pigmen warna dominan pada minyak yaitu klorofil mengalami kerusakan saat proses digantikan dengan pigmen karotenoid yang berwarna kuning kemerahan. Gum (getah dan lendir) yang menyebabkan kekentalan pada minyak nyamplung hilang saat proses *degumming*, sehingga bilangan asam dan viskositas minyak turun menjadi 39,20 mg KOH/g minyak dan 25,35 cSt. Kadar air mengalami peningkatan dari 0,201% menjadi 0,362%, hal ini dapat disebabkan masih ada air yang tertinggal setelah proses pencucian.

Minyak nabati yang memiliki bilangan iod 50 - 130 dapat digunakan sebagai fluida hidraulik. Bilangan iod dibawah 50, nilai *pour point* tinggi karena kekurangan

ketidakjenuhan, dan minyak nabati dengan bilangan iod di atas 130 cenderung tidak stabil karena mudah teroksidasi. Dari Tabel 2 memperlihatkan bahwa minyak nyamplung dengan bilangan iod 82-98 *pour point*-nya rendah. Asam lemak pada minyak nabati memiliki sifat polar dan cenderung lebih efektif melekat pada permukaan logam dibandingkan dengan minyak mineral.

Analisis Gemuk Lumas

Berdasarkan data-data analisis minyak nyamplung dan SBE, terutama data viskositasnya, maka dibuat percobaan perbandingan untuk pembuatan gemuk lumas dengan perbandingan SBE : minyak nyamplung sebesar ; 75:25, 65:35, 55:45, 45:55, dan 35:65, dan dilakukan pencampuran pada suhu kamar (28°C).

Tabel 3 Penetrasi Gemuk Lumas pada suhu 28°C

Komposisi (%)		Penetrasi				NLGI
SBE	Minyak Nyamplung					
75	25	110	127	151	5-6	
65	35	150	166	172	4-5	
55	45	221	218	251	3-4	
45	55	249	264	270	2-3	
35	65	297	283	272	2	

Tabel 3 memperlihatkan hasil formulasi antara SBE dan minyak nyamplung. Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (75:25) dan (65:35) didapatkan nilai NLGI 5-6 dan 4-5, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk sangat padat, Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (55:45) didapatkan nilai NLGI 3-4, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk sangat kental, Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (45:55) didapatkan nilai NLGI 2-3, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk kental, Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (35:65) didapatkan nilai NLGI 2, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk gemuk lumas pada umumnya.

Tabel 4 Hasil Penetrasi Gemuk Lumas pada suhu 60°C

Komposisi		Penetrasi	NLGI		
SBE	Minyak Nyamplung				
75	25	103	135	141	5-6
65	35	168	178	156	4-5
55	45	207	233	211	3-4
45	55	221	230	265	3
35	65	280	263	288	2

Tabel 4 memperlihatkan Hasil yang didapatkan terhadap tiap formulasi adalah sebagai berikut : Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (75:25) didapatkan nilai NLGI 5-6, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk sangat padat. Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (65:35) didapatkan nilai NLGI 4-5, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk padat. Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (55:45) didapatkan nilai NLGI 3-4, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk sangat kental. Pada komposisi SBE : minyak nyamplung (45:55) didapatkan nilai NLGI 3, ini menunjukkan bahwa campuran tersebut berbentuk kental.

KESIMPULAN

Formula gemuk lumas berbahan dasar minyak nyamplung pada skala produksi laboratorium sebesar 20.000 gram, sudah memenuhi karakteristik gemuk lumas sesuai SNI 7069.15:2008.

Keunggulan gemuk lumas dengan bahan dasar minyak nyamplung dan bahan pengental SBE, dapat melumasi permukaan logam, karena minyak nyamplung memiliki gugus polar, hal ini terlihat dari nilai *dropping point*.

Formulasi gemuk lumas berbahan dasar minyak nyamplung, merupakan penelitian di bidang pelumas yang berkomitmen dapat menghasilkan jenis-jenis gemuk lumas ramah lingkungan dan terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 217, 2007, Standard Test Method for Cone Penetration of Lubricating Grease. ASTM D 566, 2007, Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease.
- Barriga J and Aranzabe. (2006). *Sunflower Based Grease For Heavy Duty Applications*. Mecânica Experimental, 13 : 129-133.
- Kilham C. 2004. Oil of Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.). <http://www.newchapter.info>. [12 Februari 2010].
- Lansdown A.R. (2007). *Lubrication and Lubricant Selection, A Practical Guide, Third Edition*, London: Professional Engineering Publishing Limited.
- Pirro. (2001). *Lubrication Fundamentals*. New York: Marcel Dekker.
- Sharma B.K., Adhvaryu A., Perez J.M., Erhan S.Z. (2006). *Biobased grease with improved oxidation performance for industrial application*, Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54:7594-7599.

PENGARUH BLENDING MINYAK NABATI PADA PELUMAS DARI MINYAK MINERAL TERHADAP STABILITAS OKSIDASI DAN KETAHANAN KOROSI LOGAM

Tita Diana Ningsih¹⁾, Retno Farida²⁾ Ratri Ariatmi Nugrahani³⁾

¹Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta
titadiana20@gmail.com

ABSTRACT. Lubricant is a material used to coat the surface so it can be separated from other surfaces that do motion relative to the other surface. Various attempts were made to reduce the use of lubricants derived from mineral oils, where availability is limited, nonrenewable also has the disadvantage of which are not degraded so may result in environmental pollution. One effort that can be done to reduce the use and improve the characteristics of mineral oil is by blending the base oil of mineral oil with vegetable oil. The purpose of this research was to study the effect of the addition of vegetable oil in the base oil of mineral oil against oxidation stability. Oxidation stability in terms of physical and chemical properties of lubricants, namely Total Acid Number (TAN), viscosity index (IV), and test its resistance to corrosion. The method used in this research is by mixing mineral oil base oil with a mixture of coconut oil and rice bran oil in order to increase its quality. Vegetable oil is added to the base oil mineral oil in this study was 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% (% v / v), then do the blending for 15 minutes at a temperature of 60oC to 70oC and allowed to stand for 30 days. Further testing its effect on Total Acid Number, Viscosity Index, and Heavy Metal Reduction.

Keywords: Base Oil, Vegetable Oil, Oxidation Stability

ABSTRAK. Pelumas adalah bahan yang dipakai untuk melapisi permukaan sehingga tidak kontak langsung dengan permukaan lain yang bergerak relatif terhadap permukaan lain. Beberapa usaha telah dilakukan untuk meminimalkan pemakaian pelumas dari minyak bumi, karena terbatasnya ketersediaannya, tidak terbarukan dan mempunyai kelemahan diantaranya tidak mampu didegradasi sehingga bisa mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu usaha yang bisa dilakukan untuk menurunkan konsumsi dan meningkatkan karakteristik minyak bumi adalah dengan mencampurkan antara base oil dari minyak mineral dengan minyak nabati. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pencampuran minyak nabati pada base oil dari minyak mineral terhadap kestabilan oksidasi. Kestabilan oksidasi dikaji berdasarkan sifat fisik dan kimianya, yaitu Total Acid Number (TAN), Indeks Viskositas (IV), dan Uji ketahanan terhadap korosi. Penelitian dilakukan dengan mencampurkan base oil minyak mineral dengan campuran minyak kelapa dan minyak dedak padi agar kualitasnya meningkat. Minyak nabati yang ditambahkan terhadap base oil minyak mineral pada penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15%, serta 20% (%v/v), pencampuran dilakukan selama 15 menit pada temperatur 60^oC sampai dengan 70^oC. Campuran minyak didiamkan selama 30 hari, selanjutnya diuji Total Acid Number, Indeks Viskositas, dan Pengurangan Berat Logam

Kata Kunci: Base Oil, Minyak Nabati, Stabilitas Oksidasi

PENDAHULUAN

Konsumsi pelumas di Indonesia bertambah 1,8 % dari tahun 2010 ke tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2014). Konsumsi pelumas meningkat sebanding peningkatan industri otomotif. Oleh karena itu, maka berkembang produk ramah lingkungan yang mampu mensubstitusi minyak mineral sebagai *base oil* pelumas dengan cara mencampurkannya dengan bahan nabati. Hal ini di dasari oleh tersedianya bahan baku nabati di Indonesia, seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak dedak padi yang merupakan limbah dari pengolahan padi.

Base Oil pelumas bisa bersumber dari minyak mineral dan turunannya, minyak sintesis, minyak nabati dan minyak sintesis turunan minyak nabati. Minyak mineral tidak terbarukan, maka minyak nabati dapat dijadikan alternatif sebagai *base oil* dengan harga murah, bisa didegradasi dan terbarukan (Honary, 2011).

Berdasarkan penelitian Talkit dkk, 2012 penambahan minyak nabati pada minyak bumi adalah usaha untuk memperbaiki sifat pelumasan sehingga bisa dapat mensubstitusi penggunaan minyak bumi.

Salah satu parameter yang dijadikan ukuran produk pelumas adalah stabilitas Oksidasi. Stabilitas oksidasi adalah kemampuan pelumas untuk mempertahankan oksidasi dengan menggunakan beberapa parameter ukuran, seperti *Total Acid Number* (TAN) dan Indeks Viskositas (IV) (Karina, 2010). Uji Ketahanan Korosi dapat dilakukan dengan menghitung kehilangan berat logam yang dicelupkan di dalam larutan korosif (Aini, 2012). Rendahnya stabilitas oksidasi dapat berakibat pada terjadinya korosi. Pada penelitian ini akan dikaji performa *blending* minyak nabati pada *base oil* minyak mineral dalam meningkatkan kestabilan oksidasi dan potensinya untuk mengurangi konsumsi minyak mineral.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan untuk proses adalah minyak mineral (Evalube Base Oil, *High Viscosity Index*), minyak nabati, yaitu minyak kelapa, minyak dedak padi, etanol *pa*, KOH 0.1 N, air dan sampel besi baja.

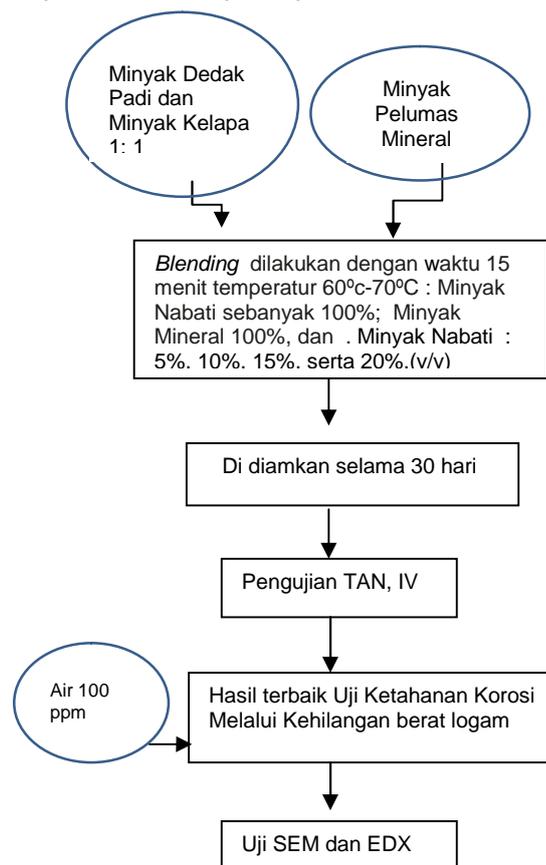
Alat

Beberapa alat yang dipakai di dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer*, pemanas, Termometer, Buret, Beaker glass, timbangan, alat uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan alat uji EDX (*Energy Dispersion X-ray Spectroscopy*)

Metode Penelitian

Prosedur Penelitian

Penelitian mengikuti Diagram Alir penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur *Blending* Minyak nabati dan base oil minyak mineral dan pengujiannya



Gambar 2. Sampel larutan blending base oil.

Gambar 2. menunjukkan gambar sampel larutan *blending* minyak nabati dan pelumas minyak mineral.

Metoda Pengujian

1. Uji Kestabilan Oksidasi (ASTM D943)
Campuran hasil blending didiamkan selama 30 hari selanjutnya diuji Bilangan Asam (TAN) dan Indeks Viskositas (IV).
2. *Total Acid Number* (TAN)
Timbang $\pm 2,5$ gram sampel pelumas dalam beaker 100 mL, Tambahkan 25 mL Etanol PA dan 3-5 tetes indikator fenolftalein (pp), Titrasi dengan menggunakan penitar KOH 0,1 N.
3. Uji Ketahanan terhadap Korosi
Tahapan yang dilakukan dalam uji ketahanan terhadap korosi: pembuatan larutan korosi pelumas dicampur dengan air sebanyak 100 ppm. Sampel baja dimasukkan ke dalam larutan campuran selama 30 hari pada suhu kamar. Selanjutnya sampel dibersihkan dan dikeringkan di dalam oven. Korosi yang terjadi dianalisis dengan menghitung kehilangan massa,
4. Uji Permukaan Logam
SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah pengujian untuk mengetahui morfologi. SEM – EDX (*Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersion X-ray Spectroscopy*) digunakan untuk mengetahui daerah korosi dan mengamati

komposisi kimianya secara kualitatif dan semi kuantitatif

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji TAN

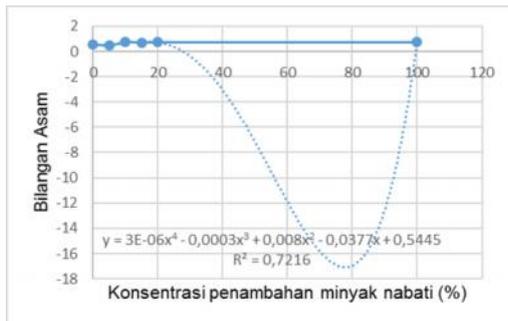
Hasil Uji Bilangan Asam (TAN) mula-mula dan setelah didiamkan selama 30 hari, dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 . Hasil Pengujian Bilangan Asam (TAN)

Minyak Mineral (mL)	Minyak Kelapa (mL)	Minyak Dedak Padi (mL)	TAN sebelum 30 hari mg KOH/g minyak	TAN Setelah 30 hari mg KOH/g minyak	perubahan
50,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00
47,50	1,25	1,25	0,20	0,20	0,00
45,00	3,75	3,75	0,30	0,32	0,02
40,00	5,00	5,00	0,30	0,35	0,05
0,00	25,00	25,00	0,30	0,35	0,05

Pemilihan minyak kelapa dilakukan dengan alasan pemilihan karena mayoritas mengandung asam lemak jenuh (C12:0, Asam Laurat dan C14:0, Asam Miristat) (Kumar and Kishna, 2015) sehingga cenderung memiliki stabilitas oksidasi tinggi. Kandungan asam laurat memiliki sifat juga sebagai antioksidan alami. Pemilihan minyak dedak padi adalah berdasarkan ketersediaannya sebagai hasil samping pengolahan padi, sehingga diharapkan akan memiliki nilai tambah jika digunakan sebagai campuran pelumas minyak mineral. Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan semakin besarnya penambahan minyak nabati, yaitu campuran maka menunjukkan perubahan TAN yang semakin besar dan selanjutnya konstan, hal ini disebabkan karena minyak dedak padi yang ditambahkan mengandung ikatan rangkap pada rantai karbon senyawa trigliserida dalam minyak nabati. yang berpotensi mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi, sehingga hal ini dapat berakibat naiknya TAN. Selanjutnya kurva pada

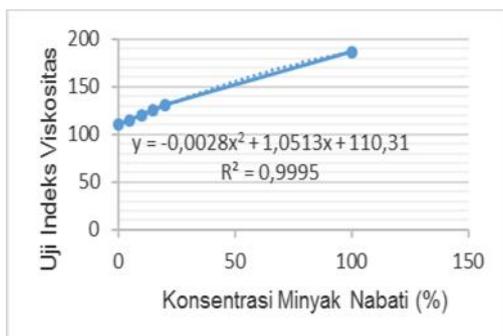
Gambar 3 menunjukkan hubungan antara konsentrasi minyak nabati terhadap perubahan TAN



Gambar 3. Kurva Hubungan Konsentrasi dengan Uji TAN (Bilangan Asam)

Gambar 3 menunjukkan dengan adanya penambahan minyak nabati pada pelumas mineral akan dapat mempengaruhi besarnya TAN. Dengan $R^2 = 0,7216$, mendekati 1, menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara penambahan minyak nabati pada minyak mineral terhadap TAN.

Hasil Uji Indeks Viskositas



Gambar 4. Kurva Hubungan Konsentrasi dengan Indeks Viskositas

Berdasarkan pada Gambar 4 terlihat bahwa dengan semakin besarnya konsentrasi minyak nabati yang ditambahkan, maka Indeks Viskositas semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks viskositasnya maka oksidasi semakin rendah. Penambahan minyak nabati pada pelumas mineral akan dapat mempengaruhi besarnya indeks viskositas. Dengan $R^2 = 0,9995$, mendekati 1, menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara penambahan minyak nabati pada minyak mineral terhadap indeks viskositas.

Hasil Uji Pengurangan Berat Logam

Hasil uji pengurangan berat logam setelah direndam dalam larutan *blending* dengan konsentrasi minyak nabati 20 % (Tabel 2).

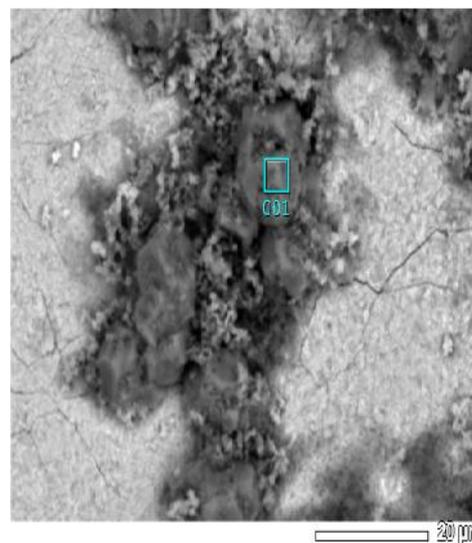
Tabel 2. Pengukuran massa Logam direndam dalam larutan *blending* dengan konsentrasi minyak nabati 20 % (v/v)

Waktu Perendaman, hari	Berat sampel 1 (g)	Berat sampel 2 (g)
0	55,00	60,20
10	54,78	60,00
Pengurangan berat sampel	0,40 %	0,33 %

Tabel 2 menunjukkan pengurangan berat logam setelah direndam di dalam larutan *blending* dengan konsentrasi minyak nabati 20% (v/v) selama 10 hari, sampel 1 dan 2 menunjukkan pengurangan berat yang hampir sama, dengan rata-rata 99,6 %.

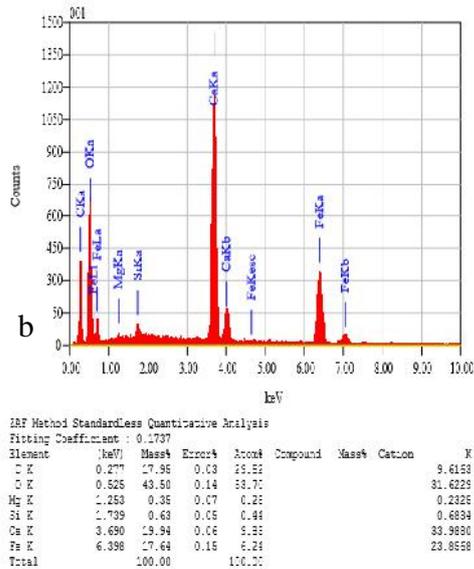
Uji Permukaan SEM dan EDX

hasil uji SEM dan EDX pada sampel logam sesudah direndam ditunjukkan pada Gambar 5.



Title	: IMG1
Instrument	: 6510 (LA)
Volts	: 20.00 kV
Mag.	: x 1,500
Date	: 2016/07/20
Pixel	: 512 x 384

a



c
Gambar 5, Hasil Uji SEM dan EDX

Gambar 5. menunjukkan Morfologi serangan korosi pada sampel konsentrasi air 100 ppm dengan perendaman selama 3 hari.

Gambar 5a. menunjukkan produk korosi karena pengaruh unsur korosif air. Gambar ini menunjukkan bahwa permukaan logam basah mengakibatkan sedikitnya oksigen terkandung pada elektrolit di sekitarnya. Akibatnya semakin panjang lintasan yang dilalui oleh oksigen untuk menuju logam, maka daerah ini berlaku sebagai anoda. Akibatnya terjadi pelarutan logam yang menyebabkan pengendapan produk korosi di sekitar lubang sumuran, sehingga membentuk karat (Aini, 2012). Gambar 5b merupakan puncak spektrum EDX yang menunjukkan adanya produk korosi FeO. Gambar 5c menunjukkan hasil pengujian globular daerah terkorosi.

KESIMPULAN (DAN SARAN)

Kesimpulan

Hasil Uji Bilangan Asam dan Uji Indeks Viskositas komposisi *blending* pelumas terbaik adalah penambahan konsentrasi minyak nabati sebanyak 20 %, hal ini ditandai perubahan TAN dan IV yang cukup rendah. Pengurangan berat logam yang

telah direndam dalam blending pelumas dengan minyak nabati 20% cukup rendah. Pengurangan berat logam menunjukkan adanya yang terkorosi, seperti yang ditunjukkan dari hasil uji permukaan logam.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kemenristekdikti atas dana Hibah PKM-P 2015 yang telah diterima untuk berjalannya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulbari, H.A., Rosli, M.Y., Abdurrahman H.N., Nizam, M.K., 2011, Lubricating Grease from spent bleaching carth and waste cooking oil : Tribology Properties, International Journal of the Physical Science, Vol 6 (20), 4695-4699.
- Aini, N. dan Triwikantoro, Pengaruh Konsentrasi Air dalam Pelumas terhadap Sifat Korosi Baja Karbon ST 37, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-23787-Paper-856382.pdf>
- Alice, Aby,2011,Analisa Pelumas Mesin, <http://aby-alice.blogspot.co.id/2011/12/analisa-pelumas-mesin.html>
- Darmanto, 2011, Mengenal Pelumas dalam Mesin, Vol 7. No 1. April 2011. hlm 5–10.
- Dermawan, D., Pertiwi, D.S., Siddik, A., Pahlevi, S.R., 2011, Pengembangan Minyak Lumas Biobased Formulasi dengan Ashless Antiwear Agent, Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN : 1411-4216
- Honary, L.A, James, W., 2011, Performance Properties of Biobased Rail Curve Grease, Seminar Proceeding, Minneapolis
- Karina, R.M., Yuliani, C. 2010. Kompatibilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral dengan

Minyak Nabati sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor., Lembaran Publikasi Lemigas, 44 (3).

Kim K., 2012, Epoxidation of Vegetables Oils Using the Heterogeneous Catalysis, Amorphous Ti-SiO₂, Dissertation Institute of Chemical Thecnology and Heterogeneous

Krishna Reddy, Naval Kabra, Umesh Kunchum, and T. Vijayakumar, 2014, Experimental Investigation on Usage of Palm Oil as a Lubricant to Substitute Mineral Oil in CI Engines, India

Kumar, P.P.K and Kishna A.G.G., 2015. Physicochemical characteristics of commercial coconut oils produced in India. *Grasas Y Aceites*. 66: (1).

Nardi., Uji keausan minyak biji keboh menggunakan metode four ball wear tes (Dengan pembanding minyak mineral HVI 60 dan minyak jarak), <http://lib.ui.ac.id/opac/ui/detail.jsp?id=20247136&lokasi=lokal>

Nizam, M.K., dan Abdulbari H.A., 2009, The Use of Vegetable Oil in Lubricant as Base Oil : a Review, Proseding National Conference on Postgraduate Research (NCON-PGR) Oktober, University Malaysia Pahang.

Nugrahani, R.A., 2007, Perancangan Proses Pembuatan Pelumas Dasar Sintetis Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui Modifikasi Kimiawi, Disertasi Program Doktor, IPB.

Talkit Marotrao, K, 2012 Physiochemical Properties of Oil Blend and Their Effect on Lubrication Properties, E-ISSN2249-8974

KAJIAN KINETIKA PEMBUATAN EPIKLOROHIDRIN

Herliati¹⁾

¹⁾Teknik Kimia Universitas Jayabaya Jakarta
herliati@ftijayabaya.ac.id

ABSTRACT Conventionally epichlorohydrin (EPCH) is made by dehydrochlorination of allyl chloride obtained from high-temperature chlorination of propylene. Unfortunately, the method produces a large amount of chlorinated by-products and consumes loads of energy due to high operating temperature. In this study, an alternative approach for the production of epichlorohydrin would be to use glycerol from biodiesel production plant. Epichlorohydrin is made by dehydrochlorination of 1,3-dichloropropanol (1,3-DCP) obtained from hydrochlorination of glycerol with aqueous hydrogen chloride. Experimental study on dehydrochlorination reaction was carried out under operating temperatures ranged from 50 to 80°C and reactant molar ratio from 1:5 (excess sodium hydroxide solution) during 10 minutes. The reaction kinetics conformed to pseudo first order with respect to dichloropropanol concentration. The activation energy of the reaction was determined at 38.8 kJ/mol and the pre-exponential factor A was at $1.62 \times 10^7 \text{ sec}^{-1}$. Quantitative analyses of the reaction products were performed using GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry).

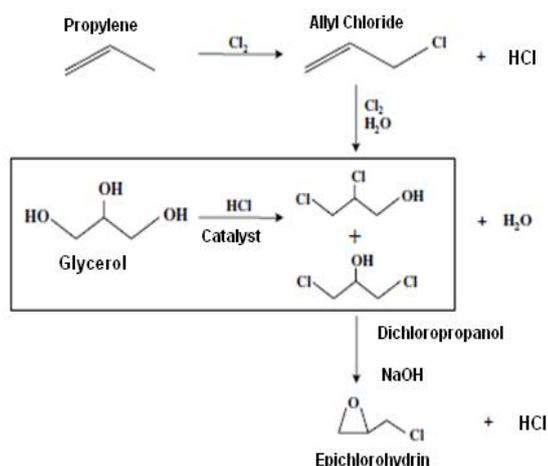
Keywords: epichlorohydrin, dichloropropanol, hydrochlorination, Kinetics study, muriatic acid.

ABSTRAK. Secara konvensional, epiklorohidrin (EPCH) dihasilkan dengan proses dehidroklorinasi alil klorida, dimana diperoleh dari klorinasi propilen pada suhu tinggi. Sangat disayangkan, metode ini memiliki kelemahan yaitu menghasilkan hasil samping klorin dalam jumlah besar, membutuhkan energi yang besar karena beroperasi pada suhu tinggi dan menggunakan bahan baku tak terbarukan yaitu propilena. Kajian ini, merupakan sebuah alternatif dimana menggunakan bahan baku gliserol limbah dari produksi biodiesel. Epiklorohidrin diperoleh dengan dehidroklorinasi 1,3-dichloropropanol (1,3-DCP) yang diperoleh dari hidroklorinasi gliserol dengan liquid hidrogen klorida 37%. Kajian kinetika pada reaksi dehidroklorinasi berlangsung pada kisaran suhu 50 to 80°C dan molar rasio 1:5 (sodium hidroksida berlebih) selama 10 menit. Hasil kinetika diperoleh orde reaksi adalah orde satu pseudo terhadap konsentrasi dikloropropanol. Energi aktivasi adalah 38.8 kJ/mol dan faktor pre-exponensial A adalah $1.62 \times 10^7 \text{ det}^{-1}$. Analisa kuantitatif hasil reaksi dilakukan dengan GC-MS GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry).

Kata Kunci: epiklorohidrin, dikloropropanol, hidroklorinasi, Studi kinetika, asam muriatik

PENDAHULUAN

Epiklorohidrin, merupakan senyawa organoklorin dan epoksida, banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan epoksi, penoksi, resin-resin poli amida, karet poli eter, surfaktan, elastomer, pengemulsi minyak, pelubrican, dan cat. Selain itu, epiklorohidrin juga digunakan sebagai stabilizer pada senyawa-senyawa yang mengandung klorin seperti karet, pestisida, dan solven (Bijsterbosch dkk, 1994). Menurut (Nagato dkk, 1987), secara konvensional, epiklorohidrin disintesa dengan dehidroklorinasi alil klorida, yang diperoleh dengan klorinasi propilen pada suhu tinggi. Sayangnya, metode ini memiliki beberapa kelemahan seperti pembentukan hasil samping klorin dalam jumlah besar dan konsumsi energi yang tinggi karena reaksi berlangsung pada suhu tinggi, hal ini diperkuat dengan pendapat dari (Siano dkk, 2006). Saat ini, gliserol sebagai hasil samping produksi biodiesel tersedia melimpah, hal ini memberikan peluang untuk sintesa epiklorohidrin dari gliserol dengan menambahkan sejumlah larutan basa. Sintesa epiklorohidrin dari gliserol melalui dua tahap reaksi (Santasesari. dkk, 2010)



Gambar 1 Sintesa Epiklorohidrin melalui jalur alil klorida dan jalur dikloropropanol (Lee dkk, 2008)

Tahap pertama adalah reaksi hidroklorinasi antara gliserol dengan hidrogen klorida menghasilkan dikloropropanol. Tahap kedua adalah reaksi dehidroklorinasi dikloropropanol

dan larutan basa menghasilkan epiklorohidrin. Kajian kinetika pada tulisan ini fokus pada reaksi tahap kedua dimana larutan basa yang digunakan adalah sodium hidroksida 5 M. Sintesa epiklorohidrin melalui jalur alil klorida dan dikloropropanol disajikan pada Gambar 1.

Sebelumnya, (Ma, L., dkk, 2007) telah melakukan kajian kinetika reaksi dehidroklorinasi dikloropropanol dan kalsium hidroksida pada temperatur 50 – 80 °C. Larutan basa ditambahkan dengan rasio mol 1:1 terhadap dikloropropanol. Menurut Ma dkk, model kinetika reaksi mengikuti persamaan reaksi orde dua sebagai berikut:

$$-r_{ep\gamma} = -\frac{d[DCP]}{dt} = k[DCP]^{\alpha}[OH^{-}]^{\beta} \dots (1)$$

Dimana [DCP] dan [OH⁻] adalah konsentrasi dikloropropanol dan kalsium hidroksida berturut-turut.

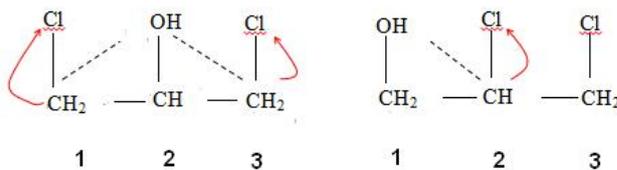
Namun demikian, berdasarkan kajian simulasi terdahulu yang dilakukan Herliati dkk (Herliati, 2011), didapat bahwa larutan sodium hidroksida memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan kalsium hidroksida. Untuk itu pada kajian ini, digunakan larutan sodium. Berdasarkan kajian sebelumnya juga telah dilakukan simulasi dan diamati pengaruh mol rasio terhadap laju reaksi. Hasil simulasi merekomendasikan rasio mol sodium hidroksida 5:1 terhadap dikloropropanol (Herliati dkk, 2011).

Sesuai dengan azas Le'Chatelier, salah satu cara untuk mendorong reaksi ke arah pembentukan adalah dengan melebihkan salah satu reaktan. Oleh karena sodium hidroksida jauh lebih murah dibandingkan dengan reaktan yang lainnya, maka pada kajian ini larutan sodium hidroksida dibuat berlebih.

Dengan konsentrasi hidroksida dibuat berlebih, maka [OH⁻] diasumsikan tidak berpengaruh terhadap laju reaksi dengan kata lain memiliki orde nol, sehingga persamaan laju reaksi dapat dinyatakan dalam model kinetika orde satu semu sebagai berikut, teori ini dapat dijumpai pada literatur (Laidler, 1987) :

$$-r_{\text{epi}} = -\frac{d[\text{DCP}]}{dt} = k[\text{DCP}] \dots\dots\dots(2)$$

Pada kajian ini, 2,3-Dikloropropanol sebagai isomer dari 1,3-Dikloropropanol, tidak diperhitungkan. Hal ini dimungkinkan karena digunakan 1,3-Dikloropropanol murni yaitu (99.9%). Selain itu, berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh Ma dkk (2007), reaktivitas 1,3-Dikloropropanol jauh lebih tinggi dibandingkan dengan isomernya 2,3-Dikloropropanol. Hal ini dijelaskan melalui efek induksi dan efek ruang seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Dalam molekul struktur, untuk senyawa-senyawa alkil halogen, sulit bagi gugus hidroksil untuk menyerang 2-C pada 2,3-Dikloropropanol. Hal yang demikian disebut dengan *steric hindrance* (Ma dkk., 2007).



Gambar. 2 efek ruang dan induksi gugus hidroksil (Ma dkk., 2007)

Penentuan konstanta laju reaksi sangat bergantung pada orde reaksi. Orde reaksi yang diperoleh dari data eksperimen dikatakan valid jika fungsi persamaan laju reaksi merupakan suatu garis lurus, dan nilai konstanta laju reaksi adalah slope dari persamaan garis lurus tersebut.

METODE

Reaksi dilangsungkan di dalam sebuah labu leher tiga (250-ml), yang dipanaskan dengan *hot plate*, dilengkapi dengan termometer, sebuah sampling port dan sebuah kondensator. Kondensator dihubungkan dengan sebuah penampung. Oil bath digunakan untuk mengontrol temperatur reaktor. Sebuah pengaduk magnet digunakan untuk membuat campuran di dalam reaktor menjadi homogen. Gambar 1 memperlihatkan set-up alat eksperimen. Ditimbang sebanyak 17,4 g dikloropropanol, 11,5 g NaOH, dan

129,6 ml H₂O (NaOH 5 M). Semua reaktan dicampur di dalam reaktor lalu campuran dipanaskan. Setelah suhu reaksi mencapai 50°C, sampel ditarik pada menit ke 5, 10, 15 dan 20. Sampel sebanyak 1 ml lalu diletakkan di dalam vial bertutup dan berwarna gelap. Sampel disimpan di dalam lemari pendingin sebelum di analisa dalam rangka mencegah reaksi hidrolisis dari epiklorohidrin (Ma, J. dkk, 2007). Selanjutnya eksperimen dilanjutkan untuk suhu reaksi 60, 70 dan 80°C dengan prosedur yang sama.

Sampel-sampel ini lalu dianalisa secara kuantitatif. Analisa menggunakan GC-MS dengan spesifikasi HP-WAX kolom kapiler dengan panjang 25 meter, diameter 0,25 mm dan tebal film 0,25 µm. Metode yang digunakan adalah, gas pembawa menggunakan helium; temperatur injektor = 250 °C; temperatur detektor = 230 °C. Sebelum diinjeksikan, sampel dilarutkan ke dalam metanol dengan perbandingan 1:20. Volume sampel yang diinjeksikan adalah 1 µL.

Kolom gas kromatografi yang dijelaskan di atas dapat digunakan untuk mendeteksi epiklorohidrin dan dikloropropanol, metode ini mengacu pada apa yang pernah dilakukan oleh (Vali dkk, 2011) dalam mendeteksi kandungan dikloropropanol yang tersisa selama reaksi berlangsung. Sedangkan untuk mengetahui kandungan [OH] dilakukan metode titrasi dengan asam (Ma, J. dkk, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisa dikloropropanol yang tersisa selama reaksi berlangsung pada berbagai suhu yaitu 50 – 80°C dapat dilihat pada Tabel 1. Penarikan sampel dilakukan pada interval waktu 5, 10, 15 dan 20 menit. Konsentrasi mula-mula dikloropropanol dibuat sama pada setiap suhu yaitu 0,5195 molar. Khusus pada suhu reaksi 80°C terlihat bahwa pada waktu reaksi 20 menit tidak terdeteksi ada dikloropropanol yang tersisa. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kenaikan suhu dapat meningkatkan nilai konstanta laju reaksi sehingga reaksi menjadi lebih cepat seperti diperlihatkan pada Tabel 2. Namun

demikian tidak berarti laju reaksi yang cepat juga memberikan hasil yang baik karena ada kemungkinan pada suhu di atas 70°C memicu terjadi reaksi hidrolisa yang dapat memperkecil yield dari epiklorohidrin sebagai produk (Ma dkk, 2007).



Gambar 3. Rangkaian Alat eksperimen

Tabel 1. Hasil Analisa Dikloropropanol

Waktu (Menit)	[DCP] pada berbagai T			
	50°C	60°C	70°C	80°C
0	0,519	0,519	0,519	0,519
5	0,338	0,212	0,269	0,055
10	0,233	0,104	0,157	0,009
15	0,166	0,055	0,097	0,005
20	0,121	0,030	0,061	*

*) tidak terdeteksi

Tabel 2. Nilai k pada berbagai suhu

Suhu (°C)	k
50	0.0056
60	0.008
70	0.012
80	0.021

Dalam menentukan konstanta laju reaksi k, sangat bergantung kepada orde reaksi. Data eksperimen pada Tabel 1 kemudian diplot antara waktu reaksi dengan $\ln[\text{DCP}]_0 - \ln[\text{DCP}]$ untuk dugaan orde 1 atau plot waktu reaksi dengan $1/[\text{DCP}] - 1/[\text{DCP}]_0$ untuk orde 2. Jika fungsi persamaan laju berupa garis lurus, maka dugaan orde reaksi dapat diterima. Selanjutnya nilai konstanta laju reaksi dapat ditentukan dengan persamaan (3) dan (4). Persamaan (3) digunakan untuk reaksi orde satu dan persamaan (4) jika reaksi orde 2.

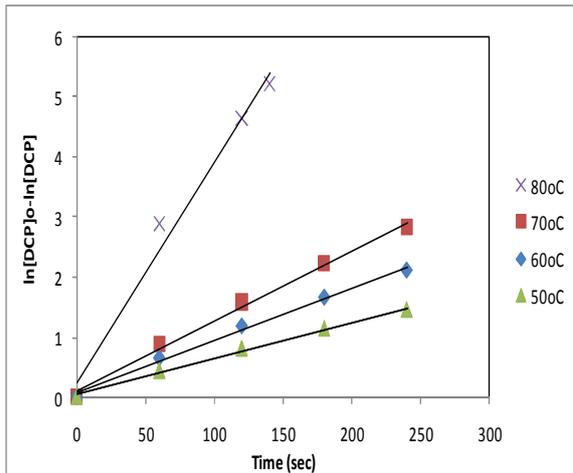
$$\ln[1,3 - \text{DCP}]_0 - \ln[1,3 - \text{DCP}] = kt \quad (3)$$

$$1/[1,3 - \text{DCP}]_0 - 1/[1,3 - \text{DCP}] = kt \quad (4)$$

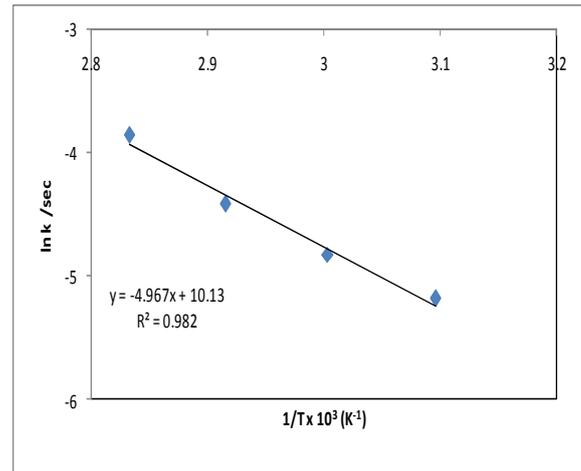
Pada kajian ini dugaan orde satu dapat diterima. Seperti dapat di lihat pada Gambar 4, plot waktu reaksi dengan $\ln[\text{DCP}]_0 - \ln[\text{DCP}]$ merupakan sebuah garis lurus dengan nilai koefisien korelasi, $R^2 > 0,99$. Sementara, nilai konstanta laju reaksi, k, diperoleh dari *slope* pada fungsi persamaan garis lurus pada masing-masing temperatur. Selanjutnya nilai k untuk masing-masing temperatur pada variasi 50, 60, 70 dan 80°C, dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai k sebagai fungsi temperatur dapat dijelaskan dalam persamaan Arrhenius sebagai berikut (Smith, 2010) :

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana A adalah faktor frekuensi atau faktor tumbukan antar reaktan yang bereaksi, E_a adalah energi aktivasi, R adalah konstanta gas ideal ($8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), dan T adalah temperatur absolut yang dinyatakan dengan satuan Kelvin (K). Energi aktivasi diperoleh dengan mengalikan Nilai negatif slope dari plot $\ln(k)$ vs $1/T \times 1000$ dengan konstanta gas, R. Sementara nilai A diperoleh dari nilai eksponensial y-intersep. Kedua nilai A dan E_a merupakan parameter kinetika yang sangat berguna karena dapat digunakan untuk menentukan nilai konstanta laju



Gambar 4. Model kinetika orde 1 semu untuk dehidroklorinasi DCP dan NaOH



Gambar 5. Plot ln(k) vs 1/T untuk reaksi dehidroklorinasi

reaksi pada temperatur yang lain. Plot ln(k) vs 1/T x 1000 dapat dilihat pada Gambar 5.

Energi aktivasi yang diperoleh adalah 38.8 kJ/mol dan faktor frekuensi, A adalah $1.62 \times 10^7 \text{ sec}^{-1}$. Sementara itu, Ma, L., dkk, 2007, melaporkan nilai E_a dan A 49.18 kJ/mol dan 10^7 det^{-1} berturut-turut dimana menggunakan larutan basa $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Energi aktivasi, E_a , difahami sebagai energi minimal untuk berlangsungnya sebuah reaksi atau sering disebut *potential barrier*. Sebuah reaksi kimia akan berlangsung jika energi reaksi sama atau lebih besar dari energi aktivasi. Dengan kata lain, energi aktivasi yang lebih rendah akan membuat reaksi berlangsung lebih

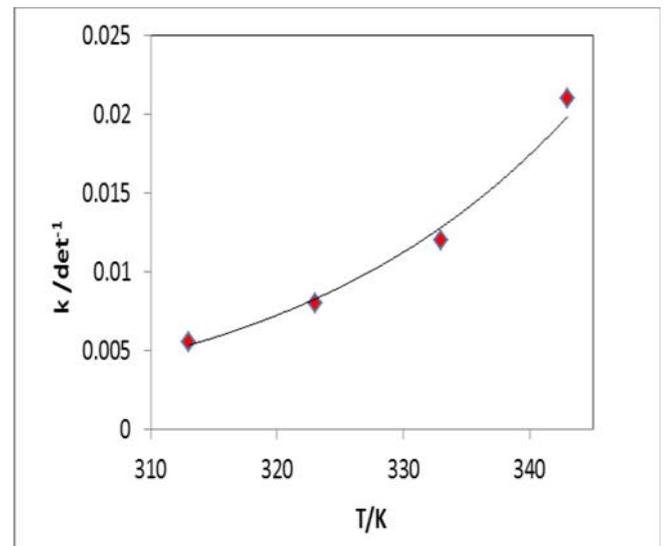
cepat. Persamaan Arrhenius, $k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$, memperlihatkan bahwa ketika energi aktivasi lebih kecil, maka nilai k akan lebih besar yang berakibat reaksi menjadi lebih cepat. Pada kajian ini, diperoleh energi aktivasi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan peneliti terdahulu.

Oleh karena nilai E_a dan A pada rentang temperatur 50 – 80°C telah diperoleh, selanjutnya persamaan umum laju reaksi dehidroklorinasi dikloropropanol dengan larutan sodium hidroksida dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$-r = 1,62 \times 10^7 e^{\frac{-38,8}{8,314T}} [\text{DCP}] \dots\dots\dots(6)$$

Gambar 6 memperlihatkan nilai konstanta laju reaksi yang meningkat secara eksponensial dengan meningkatnya suhu

reaksi. Ini dapat difahami bahwa sesuai dengan hukum kinetika reaksi bahwa kenaikan suhu akan meningkatkan laju reaksi secara eksponensial yang ditandai meningkatnya nilai konstanta laju reaksi.



Gambar 6 Pengaruh kenaikan suhu reaksi terhadap nilai konstanta laju reaksi k.

SIMPULAN DAN SARAN

Telah dilakukan kajian kinetika reaksi dehidroklorinasi dikloropropanol dan larutan sodium hidroksida menghasilkan epiklorohidrin. Reaksi berlangsung pada tekanan atmosfer dengan eksekusi larutan sodium hidroksida pada kisaran temperatur 50 – 80°C. Plot waktu reaksi

terhadap $\ln[\text{DCP}]_0 - \ln[\text{DCP}]$ menghasilkan persamaan garis lurus, ini memberikan kesimpulan bahwa reaksi berlangsung mengikuti model kinetika orde 1. Pada kajian ini, diperoleh energi aktivasi, E_a , sebesar 38.8 kJ/mol dan faktor pre-exponential A sebesar $1.62 \times 10^7 \text{ det}^{-1}$. Hasil yang diperoleh ini sedikit lebih baik dibandingkan dengan peneliti terdahulu dimana menggunakan larutan basa kalsium hidroksida dimana nilai energi aktivasi, E_a dan faktor pre-exponensial, A yang diperoleh berturut-turut adalah sebesar 49,18 kJ/mol dan 10^7 det^{-1} . Selanjutnya perlu dilakukan percobaan dengan larutan basa yang lain seperti $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Bijsterbosch, J.W., Kerkhof, F.P.J.M., Clean technology in the production of epichlorohydrin. *Journal Cleaner Product* 2 (1994) 181-184.
- Nagato, N., Mori, H., Maki, K., Ishioka, R., Process for production of epichlorohydrin, Pat. US 4,634,784, 1987
- Siano, D., Santacesaria, Fiandra, E., Tesser, V., Di Nuzzi, Di Serio, Nastasi, M., Process for the production of alpha, gammadichlorohydrin from glycerin and hydrochloric acid. WIPO: WO 111810 A2, 2006
- Santacesaria, E., Tesser, R., M.D. Serio, L. Casale, D. Verde, New process for producing epichlorohydrin via glycerol chlorination, *Ind. Eng. Chem. Res.* 49 (2010) 964–970.
- L. Ma, J.W. Zhu, X.Q. Yuan, Q. Yue, Synthesis of Epichlorohydrin From Dichloropropanol: Kinetic Aspects of the Process, *Chemical Engineering Research and Design* 85 (2007) 1580-1585.
- Shaik Jafer Vali, Raveendra B.Ganduri¹ and Shakil S Sait, Estimation of epichlorohydrin content in pharmaceutical drug substances by capillary gas chromatography with flame ionisation detection, *Chem. Pharm. Res.*, 3 (2011): 392-399
- Zhang, J.S., Lu, Y.C., Jin, Q.R., Wang, K., Luo, G.S., Determination of kinetic parameters of dehydrochlorination of dichloropropanol in a microreactor, *Chemical Engineering Journal* 203 (2012) 142–147.
- Smith, J.M, *Chemical Engineering Kinetic*, 5rd ed., McGraw Hill International Edition, Singapore, 2010
- Krafft, P., Gilbeau, P., Gossenlin, B. and Claessens, S., Process for producing dichloropropanol from glycerol-the glycerol coming eventually from the conversion of animal fats in the manufacture of biodiesel[P], SOLVAY, WO/2005/054167,7–10, 2005
- Laidler, K.J., *Chemical Kinetics*, 3rd edition, 42 (Harper & Row, New York, USA), 1987

PENGARUH JENIS STARTER TERHADAP MUTU ZEAGURT PROBIOTIK

Rahmawati¹⁾, Iman Basriman²⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid Jakarta
rahmafarasara@gmail.com

ABSTRACT. *Zeagurt probiotic is the yogurt product name's made from the juice of sweet corn and probiotic starter microbes. The purpose of this research was studying the process of making yogurt from corn juice and the effect of probiotics of starter types against the probiotic zeagurt quality produced. Starter were used: (1) a combination of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus (LB): Streptococcus salivarius subsp. thermophilus (ST) = 1: 1 (control); (2) a combination LB: ST: Lactobacillus acidophilus (LA) = 1: 1: 1; (3) a combination LB: ST: Bifidobacterium bifidum (BB) = 1: 1: 1; (4) LA; and (5) BB. The results indicated that corn can be used as raw material of yogurt (zeagurt) with a ratio of a grain of corn : water = 1: 4 w/v and the amount of starter 3% v/v. The different types of starter affected to the physical and chemical qualities significantly ($\alpha = 0.05$). The organoleptic tests showed that the types of starter affected the color, sour smell, and the general acceptance of the zeagurt probiotics, but did not affect the viscosity and acid levels significantly ($\alpha = 0.05$), with the level of acceptance rather like (score of 2.7 - 3.1). The zeagurt that has the highest score was zeagurt that using LA: LB: ST starters. This is in line with the results of the rankings test. The characteristic of this zeagurt were: yellow (score 3.7), acidic aroma is rather strong (score of 3.4), the viscosity is fairly thin (score of 2.4), and a somewhat stronger acid level (score of 2.8). Another advantage: zeagurt contains a high amount of lactic acid bacteria 2.80×10^9 colonies / ml and has a good anti-microbial activity. At the beginning of storage (0 hours) zeagurt contain Salmonella and E. coli, but after being stored for 24 and 48 hours both of these microbes can not grow.*

Keywords: probiotic starter, zeagurt, antimicrobial

ABSTRAK. *Zeagurt probiotik adalah nama pada produk yogurt yang dibuat dari sari jagung manis dan starter mikroba probiotik. Tujuan penelitian mempelajari proses pembuatan yoghurt dari sari jagung dan pengaruh penambahan jenis starter probiotik terhadap mutu zeagurt probiotik yang dihasilkan. Starter yang digunakan adalah (1) kombinasi Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus (LB): Streptococcus salivarius subsp. thermophilus (ST) = 1:1 (kontrol); (2) kombinasi LB:ST:Lactobacillus acidophilus (LA)= 1:1:1; (3) kombinasi LB:ST:Bifidobacterium bifidum (BB)=1:1:1; (4) LA; dan (5) BB. Hasil menunjukkan bahwa jagung dapat digunakan sebagai bahan baku yogurt (zeagurt) dengan perbandingan butiran jagung : air = 1:4 b/v dan jumlah starter 3% v/v. Jenis starter berbeda memengaruhi mutu fisik dan kimia secara nyata ($\alpha = 0.05$). Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa jenis starter memengaruhi warna, aroma asam, dan penerimaan umum zeagurt probiotik, tetapi tidak memengaruhi kekentalan dan tingkat asam secara nyata ($\alpha = 0.05$) dengan tingkat penerimaan agak suka (skor 2.7 – 3.1). Skor tertinggi pada zeagurt ditambah LA:LB:ST. Hal ini sejalan dengan hasil uji rangking. Mutu zeagurt kombinasi LA:LB:ST : viskositas 306 cP, pH 3.72, TPT 6°brix, total asam tertitrasi 0.85%, berwarna kuning (skor 3.7), aroma asam agak kuat (skor 3.4), kekentalan agak encer (skor 2.4), dan tingkat asam agak kuat (skor 2.8). Keunggulan lainnya: zeagurt mengandung jumlah bakteri asam laktat tinggi 2.80×10^9 koloni/ml dan mempunyai aktivitas anti mikroba yang baik. Pada awal penyimpanan (0 jam) zeagurt mengandung Salmonella dan E. coli, tetapi setelah disimpan selama 24 dan 48 jam kedua mikroba ini tidak dapat tumbuh.*

Kata Kunci: starter probiotic, zeagurt, anti mikroba

PENDAHULUAN

Saat ini masyarakat cenderung memilih makanan / minuman yang mempunyai manfaat kesehatan atau dikenal sebagai makanan kesehatan. Makanan/minuman kesehatan adalah makanan/minuman yang mengandung komponen tertentu (komponen aktif) selain zat gizi yang menyehatkan, seperti yang dapat mengurangi resiko penyakit jantung (kardiovaskular), mengurangi resiko kanker, mengontrol kelebihan berat badan, mengontrol fungsi kekebalan tubuh, dan mencegah penuaan. Komponen aktif tersebut antara lain oligosakarida, serat makanan, gula alkohol, bakteri asam laktat, asam lemak tertentu, dan lain-lain (Siro *et al.* 2008 dan Syngai *et al.* 2015).

Oligosakarida banyak terdapat pada bahan pangan yang mengandung karbohidrat tinggi, seperti jagung (Suarni dan Subagio, 2013). Oligosakarida dapat menstimulir pertumbuhan bifidobakteria dan laktobasili, yaitu mikroba yang berperan dalam menyeimbangkan mikroba usus. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa Bifidobakteria dapat meningkatkan metabolisme protein dan vitamin, menekan pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen, mencegah konstipasi, mengobati penyakit liver serta meningkatkan fungsi antibodi (Yilmaz-Ersan dan Kurdal, 2014).

Jagung merupakan salah satu komoditi hasil pertanian yang cukup banyak di produksi di Indonesia. Produksi jagung nasional selama tiga tahun terakhir cenderung meningkat dari tahun 2013 sampai 2015, yaitu berturut - turut 18.506.287 ton, 19.008.426 ton, dan 19.612.435 ton (BPS, 2016). Untuk memanfaatkan jagung sebagai makanan/minuman kesehatan, maka dibuat zeagurt. Zeagurt adalah produk minuman fermentasi seperti yoghurt yang menggunakan sari jagung sebagai bahan baku utama. Agar zeagurt berperan sebagai sumber probiotik, maka ditambahkan mikroba probiotik.

Probiotik merupakan pangan yang mengandung mikroorganisme hidup yang secara aktif dapat meningkatkan kesehatan dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora usus jika dikonsumsi dalam keadaan hidup dengan jumlah yang memadai (Yerlikaya, 2014). Dengan demikian probiotik secara langsung mampu membantu mikroflora yang berada di saluran pencernaan guna menghambat bakteri patogen yang dapat mengganggu saluran pencernaan (Yilmaz-Ersan and Kurdal. 2014).

Penelitian ini bertujuan mempelajari proses pembuatan yoghurt dari sari jagung dan pengaruh penambahan jenis starter probiotik terhadap mutu zeagurt probiotik yang dihasilkan. Mutu zeagurt probiotik ditentukan dengan uji fisik (viskositas), kimia (pH, TPT, dan TAT), dan organoleptik (warna, aroma asam, kekentalan, tingkat asam dan penerimaan umum) serta mikrobiologik (total bakteri asam laktat dan aktivitas antimikroba).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah jagung manis, starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* (LB), *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* (ST), *Lactobacillus acidophilus* (LA), *Bifidobacterium bifidum* (BB), aquadest, susu skim.

Alat-alat yang digunakan adalah alat pengolahan, alat gelas dan alat analisa (viskometer Rheoner, refraktometer, pH-meter, dan lain-lain).

Proses Pembuatan Zeagurt

Proses pembuatan zeagurt disajikan pada Gambar 1.

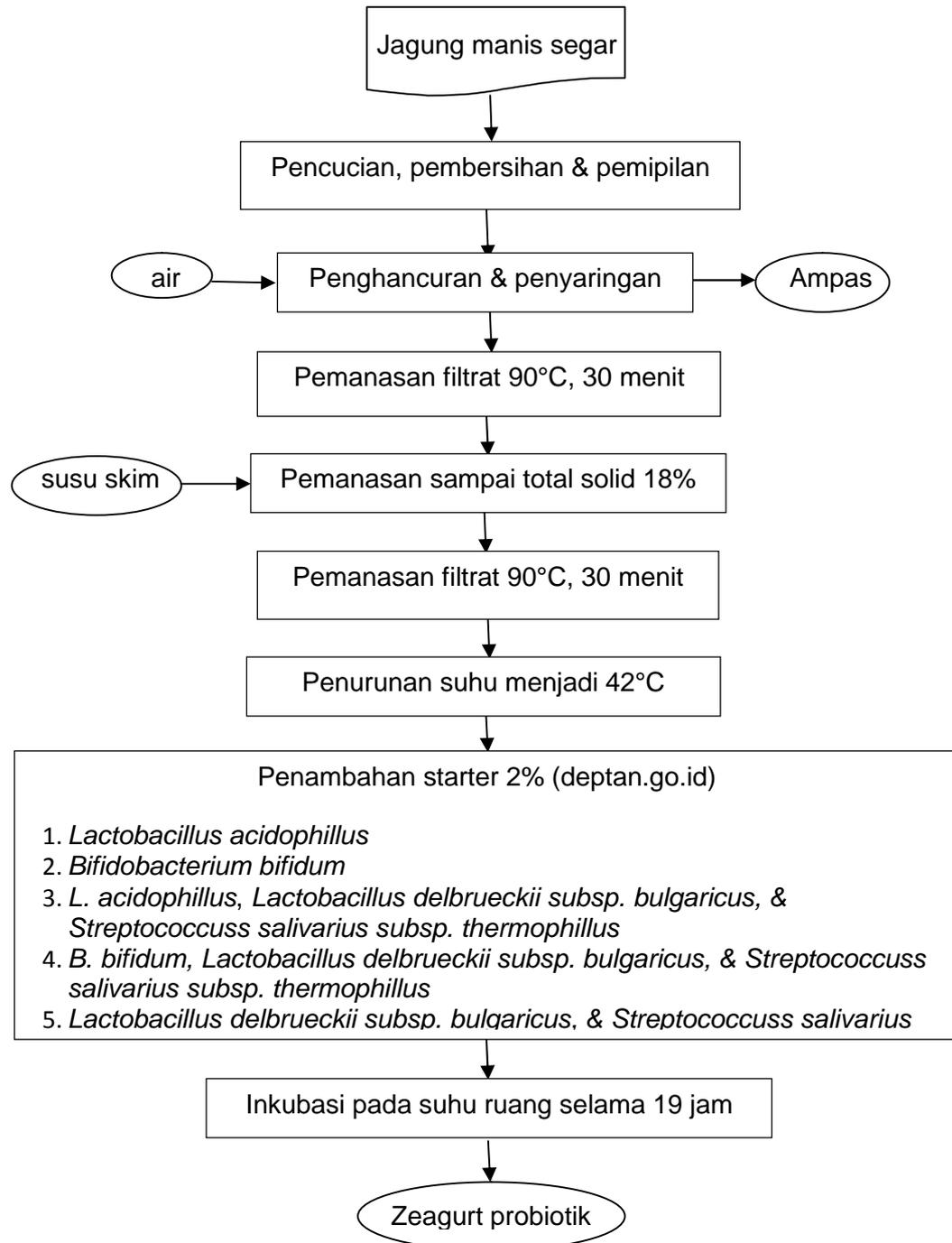
Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap 1 faktor (jenis starter), 5 taraf dengan 3 kali ulangan. Percobaan dilakukan dalam dua tahap,

yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan formulasi zeagurt yang tepat. Pengamatan dilakukan terhadap tingkat kekentalan produk secara organoleptik.



Gambar 1. Bagan Alir Pembuatan Zeagurt Probiotik

2. Penelitian Utama

Penelitian utama meliputi pembuatan zeagurt probiotik dengan menggunakan 5 jenis starter, yaitu : (1) kombinasi starter $LB : ST = 1:1$; sebagai kontrol; (2) kombinasi starter $LB : ST : LA = a : b : c$; (3) kombinasi starter $LB : ST : BB = x : y : z$; (4) LA ; (5) BB . Perbandingan ketiga bakteri ditentukan berdasarkan percobaan.

Teknik Pengujian

Mutu zeagurt ditentukan dengan uji viskositas (AOAC, 2006), Nilai pH (AOAC, 2006), Total Padatan Terlarut (Food Chemical Codex 2010), Total Asam Tertitiasi (AOAC, 2006), total bakteri asam laktat (Fardiaz, 1989), Aktivitas antimikroba (patogen *E. coli*, *Salmonella*) (Fardiaz, 1989) dan Uji organoleptik untuk warna, aroma asam, kekentalan, tingkat asam, penerimaan umum dan uji rangking (Meilgaard, Civille, and Carr. 2015.)

Teknik Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA), dan tiga kali pengulangan menggunakan program aplikasi SPSS. ANOVA digunakan untuk melihat pengaruh setiap perlakuan, bila ada pengaruh maka dilakukan uji lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test). Uji DMRT dilakukan untuk melihat taraf yang menghasilkan perbedaan mutu.

Hasil dan Pembahasan

PENELITIAN PENDAHULUAN

1. Perbandingan Air dan Jagung

Perbandingan jagung dan air yang digunakan adalah 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4 b/v. Dari 4 perlakuan yang dicoba, perbandingan jagung:air sebesar 1:1 sampai 1:3 menghasilkan konsistensi sari jagung yang sangat kental sudah menyerupai yogurt, maka ketiga konsentrasi ini tidak dapat digunakan. Perbandingan jagung:air 1:4 menghasilkan konsistensi sari jagung yang agak encer. Berdasarkan hal tersebut maka perbandingan jagung:air 1:4 yang digunakan pada penelitian

selanjutnya. Hasil penelitian disajikan dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsistensi sari jagung berdasarkan perbandingan jagung dan air

Perbandingan Jagung: Air	Konsistensi sari jagung
1:1	padat, terlalu kental
1:2	Kental
1:3	agak kental
1:4	agak encer

2. Jumlah dan Jenis Starter yang Ditambahkan

Jumlah starter yang dicoba ada 2 konsentrasi, yaitu 2% dan 3%. Konsentrasi starter 2% adalah jumlah yang biasa digunakan untuk pembuatan yogurt susu, sedangkan konsentrasi starter 3% digunakan beberapa peneliti dalam pembuatan yogurt berbahan baku nabati. Jenis mikroba yang digunakan pada tahap ini adalah *Bifidobacterium bifidum* (BB), *Lactobacillus acidophilus* (LA), dan kombinasi *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (LB) : *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (ST). Dua mikroba terakhir digunakan sebagai mikroba kontrol pada zeagurt. Perbandingan antara LB : ST adalah 1:1, sama seperti pembuatan yogurt susu pada umumnya. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsistensi zeagurt berdasarkan jumlah dan jenis starter berbeda

Perbandingan Jagung: Air	Jumlah Starter (v/v)	Jenis Starter		
		BB	LA	LB:ST
1:4	2%	zeagurt encer	zeagurt encer	zeagurt kental
	3%	zeagurt agak kental	zeagurt agak kental	zeagurt kental

Dari Tabel 2 terlihat bahwa penambahan starter 2% dengan jenis starter BB dan LA menghasilkan zeagurt yang encer, tetapi penambahan starter 3% menghasilkan

zeaghurt yang bisa diterima, yaitu agak kental. Secara umum, dengan semakin besar jumlah starter maka aktivitas mikroorganisme dalam memecah laktosa semakin tinggi sehingga zeaghurt yang dihasilkan semakin kental. Selain itu LA dapat memproduksi eksopolisakarida (EPS), yaitu polisakarida dalam bentuk lendir yang terdapat di luar dinding sel di mana EPS dapat meningkatkan viskositas zeaghurt (Jafarei dan Ebrahimi 2011). Dari data ini terlihat bahwa kombinasi BB dan LA dapat meningkatkan kekentalan dibandingkan penambahan starter secara individu. Karena penulis lebih menyukai zeagurt yang agak kental, maka jumlah starter yang digunakan dalam penelitian utama adalah 3%.

PENELITIAN UTAMA

Nilai rata-rata viskositas, nilai pH, Total Padatan Terlarut, Total Asam Tertitrisasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata viskositas, kadar air, pH, TPT, dan Total Asam Tertitrisasi zeagurt probiotik dengan jenis starter berbeda

	LB:ST	LA	BB	LA:LB:ST	BB:LB:ST
Viskositas (cp)	474.00 ^a	73.67 ^e	372.00 ^b	306.00 ^d	329.00 ^c
pH	3.65 ^e	5.41 ^a	4.08 ^b	3.72 ^d	3.81 ^c
TPT (°brix)	7.50 ^a	7.00 ^b	6.00 ^c	6.00 ^c	5.35 ^d
Total Asam Tertitrisasi (%)	0.82 ^b	0.27 ^e	0.61 ^d	0.85 ^a	0.67 ^c

Keterangan : kode huruf di belakang angka jika sama berarti berbeda tidak nyata antara taraf perlakuan dan kode huruf berbeda berarti berbeda nyata antara taraf perlakuan

Viskositas

Viskositas adalah nilai kekentalan zeagurt probiotik yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai viskositas menunjukkan bahwa zeagurt semakin kental. Nilai viskositas zeagurt probiotik berturut-turut adalah 474.00 cP (LB:ST), 73.67 cP (LA), 372.00 cP (BB), 306.00 cP (LA:LB:ST) dan 329.00 cP (BB:LB:ST). Zeagurt yang

menggunakan starter LA menghasilkan kekentalan terendah dan zeagurt kontrol menghasilkan kekentalan tertinggi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba memengaruhi viskositas (cP) zeagurt probiotik secara nyata ($\alpha=0.05$). Kekentalan zeagurt dipengaruhi oleh aktivitas kombinasi jenis mikroba yang digunakan, di mana selama fermentasi mikroba memecah pati yang terdapat pada sari jagung dan merubahnya menjadi asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan pH. Nilai pH memengaruhi kekentalan yogurt. Apabila pH susu lebih rendah dari 4.6 maka protein melalui titik isoelektriknya dan akan terkoagulasi menjadi tidak larut yang membentuk struktur yang kental (Tamime dan Robinson, 2007). Yogurt kontrol (LB:ST) mempunyai kekentalan tertinggi di mana yogurt ini mempunyai nilai pH terendah (3.65). Selain itu pH rendah memicu *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* membentuk *extracellular polysaccharide* (EPS) yang dapat meningkatkan kekentalan yogurt (Petry *et al.* 2000). Demikian sebaliknya, yogurt dengan starter LA mempunyai viskositas terendah dan memiliki pH tertinggi (5.41). Rendahnya aktivitas *L. acidophilus* diduga berkaitan dengan kondisi pertumbuhan yang kurang optimal. LA tumbuh optimal pada suhu 45 °C dan tidak bisa tumbuh pada suhu 15 °C (Jafarei dan Ebrahimi 2011).

Nilai pH

Nilai pH adalah tingkat keasaman yogurt yang dihasilkan mikroba selama fermentasi. Nilai pH zeagurt probiotik secara berturut-turut yaitu 3.65 (LB:ST), 5.41 (LA), 4.08 (BB), 3.72 (LA:LB:ST), dan 3.81 (BB:LB:ST). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba memengaruhi nilai pH zeagurt secara nyata ($\alpha=0.05$). Secara umum yoghurt termasuk minuman berasam sedang, umumnya ber-pH antara 4.2-4.6. Pada penelitian ini dihasilkan zeagurt dengan kisaran pH antara 3.65-5.41.

Zeaghurt yang dibuat dengan *L. acidophilus* menghasilkan pH tertinggi, yaitu 5.41. Hal ini diduga karena *L. acidophilus* hanya memfermentasi heksosa dan disakarida (seperti laktosa dan sukrosa) menghasilkan terutama asam laktat, tetapi tidak memfermentasi pentosa. Selain itu mikroba ini mempunyai kemampuan mensintesa protein dan basa lain yang dapat meningkatkan nilai pH (Ray dan Montet, 2014). Zeagurt yang ditambah LB:ST (kontrol) menghasilkan nilai pH terendah diduga dipengaruhi terutama oleh keberadaan *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* yang bersifat homofermentatif, yaitu hanya menghasilkan asam laktat sehingga zeagurt yang dihasilkan paling asam. Zeagurt yang tambah *B. bifidum* termasuk agak asam karena selama fermentasi mikroba ini menghasilkan asam asetat dan asam laktat (Yerlikaya, 2014).

Total Padatan Terlarut (TPT)

TPT zeagurt probiotik cenderung menurun, secara berturut-turut yaitu 7.50 (LB:ST), 7.00 (LA), 6.00 (BB), 6.00 (LA:LB:ST), dan 5.35 °brix (BB:LB:ST). TPT terendah dihasilkan pada zeagurt yang ditambah starter BB:LB:ST (5.35 °brix) dan tertinggi pada zeagurt yang tambah mikroba kontrol (LB:ST). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi jenis mikroba memengaruhi total padatan terlarut (°brix) zeagurt probiotik secara nyata ($p = 0.05$).

Proses fermentasi dengan bakteri asam laktat menghasilkan metabolit berupa asam laktat. Menurut Fardiaz (2003) metabolit tersebut akan tersekresikan keluar sel dan akan terakumulasi dalam cairan fermentasi. Sisa hasil ekskresi berupa total gula, asam laktat, dan asam organik yang terbentuk dihitung sebagai TPT. Selain itu, pigmen, asam-asam organik lain, dan protein juga dihitung sebagai TPT.

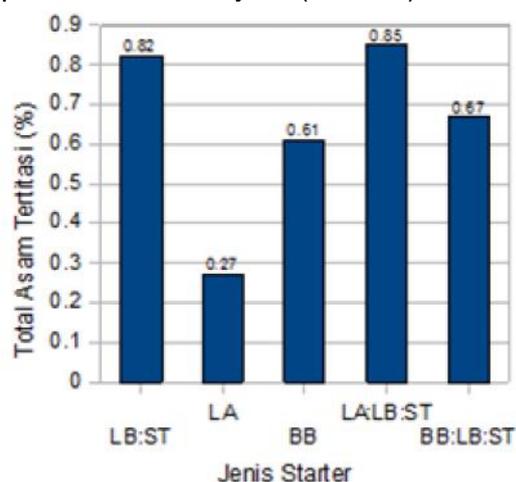
Pada penelitian ini nilai rata-rata TPT yang dihasilkan relatif rendah (5.35 – 7.50 °brix), lebih rendah bila dibandingkan

dengan yogurt ubi jalar merah (7.8-8.6 °brix) (Kusuma, 2007) dan yogurt umbi bit (7.7-8.13°brix) (Ismawati *et al.* 2016). Hal ini disebabkan karena zeagurt berbahan baku sari jagung yang banyak mengandung oligoskarida, sehingga diduga mikroorganisme yang ditambahkan lebih sulit mencernanya. Selain itu zeagurt dibuat dengan penambahan susu skim yang rendah, yaitu 2% dan tanpa penambahan gula.

Total Asam Tertitrasi (TAT) (%)

Total asam tertitrasi merupakan persentase asam laktat yang terdapat pada zeagurt. Asam laktat ($C_3H_6O_3$) merupakan asam terbesar yang terbentuk dari hasil fermentasi susu menjadi yogurt. Asam ini merupakan salah satu komponen yang memberikan kontribusi terhadap flavor dan aroma yogurt.

Total asam tertitrasi zeagurt probiotik secara berturut-turut yaitu 0.82 (LB:ST), 0.27 (LA), 0.61 (BB), 0.85 (LA:LB:ST), dan 0.67 (BB:LB:ST). Pola TAT ke 5 zeagurt dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba memengaruhi TAT zeagurt probiotik secara nyata ($p = 0.05$).



Gambar 2. Nilai rata-rata TAT zeagurt probiotik

Tingginya nilai rata-rata TAT sejalan dengan rendahnya nilai pH. Zeaghurt dengan perlakuan jenis starter kombinasi LB:ST dan kombinasi LA:LB:ST

menunjukkan nilai TAT yang tertinggi yang sejalan dengan nilai pH-nya yang menunjukkan nilai terendah. Zeagurt LB:ST (kontrol) dan LA:LB:ST menghasilkan TAT tertinggi karena dipengaruhi oleh keberadaan *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* yang bersifat homofermentatif, yaitu hanya menghasilkan asam laktat (Yerlika 2014), yaitu 0.6-0.8% L(+) asam laktat (Tzanetaki dan Tzanetakis, 1999). Secara umum, starter yang digunakan pada penelitian ini, sebagian besar menghasilkan L(+) asam laktat (Tamime dan Robinson, 2007).

Asam laktat mempunyai tingkat disosiasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam-asam lainnya seperti asam asetat yang dihasilkan oleh mikroba yang berperan dalam fermentasi zeaghurt, sehingga zeaghurt yang ditambah mikroba homofermentatif yang menghasilkan asam laktat saja, TAT-nya lebih tinggi dibanding zeaghurt yang ditambah mikroba heterofermentatif yang menghasilkan asam laktat dan asam asetat (Yilmaz-Ersan dan Kurdal, 2014). Namun demikian, lingkungan juga memengaruhi aktivitas mikroba. *L. acidophilus* yang bersifat obligat homofermentatif di mana bakteri ini merubah glukosa menjadi asam laktat sebanyak 87% (Jafarei dan Ebrahimi 2011) mempunyai nilai TAT terendah karena lingkungan tumbuhnya tidak sesuai dengan kebutuhannya.

Mutu Organoleptik

Parameter mutu yang diukur meliputi warna, aroma, kekentalan, tingkat asam, penerimaan umum, dan urutan kesukaan (rangking). Nilai rata-rata mutu organoleptik secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Mutu organoleptik (skor) zeagurt probiotik dengan jenis starter berbeda

Parameter Mutu	Jenis Starter				
	LB:ST	LA	BB	LA:LB:ST	BB:LB:ST

Warna	3.7 ^a	3.8 ^a	3.1 ^b	3.7 ^a	3.1 ^b
Aroma asam	3.2 ^d	3.5 ^b	3.6 ^a	3.4 ^c	3.5 ^b
Kekentalan	2.7	2.2	2.0	2.4	1.8
Tingkat asam	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
Penerimaan umum	3.1 ^a	2.9 ^b	2.7 ^d	3.1 ^a	2.9 ^c
Rangking	2	1	3	1	4

Keterangan skor :

Warna : (1) kuning muda; (2) kuning susu; (3) kuning cerah; (4) kuning; (5) kuning oranye.

Aroma asam : (1) sangat lemah; (2) lemah; (3) agak kuat; (4) kuat; (5) sangat kuat.

Kekentalan : (1) sangat encer; (2) encer; (3) agak kental; (4) kental; (5) sangat kental.

Tingkat asam : (1) sangat lemah; (2) lemah; (3) agak kuat; (4) kuat; (5) sangat kuat.

Penerimaan umum : (1) sangat tidak suka; (2) tidak suka; (3) agak suka; (4) suka; (5) sangat suka.

Urutan (Rangking) : (1) produk yang paling disukai; (5) produk yang paling tidak disukai

Keterangan : kode huruf di belakang angka jika sama berarti berbeda tidak nyata antara taraf perlakuan dan kode huruf berbeda berarti berbeda nyata antara taraf perlakuan

Warna

Warna merupakan salah satu faktor dalam penerimaan. Warna sering kali menjadi daya tarik pertama saat memilih produk. Secara umum zeagurt yang dihasilkan berwarna kuning cerah sampai kuning (skor 3.1-3.8). Warna zeagurt probiotik menurut panelis secara berturut-turut adalah kuning untuk zeagurt yang menggunakan kombinasi LB:ST, LA, dan LA:ST:LB (skor 3.7-3.8) dan kuning cerah untuk zeagurt yang menggunakan BB dan kombinasi BB:LB:ST (skor 3.1).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi jenis mikroba memengaruhi warna zeagurt probiotik secara nyata ($=0.05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kombinasi LB:ST, LA, dan LA:ST:LB mempunyai pengaruh yang sama satu dengan lainnya. Demikian juga mikroba BB dan kombinasi BB:LB:ST mempunyai pengaruh yang sama.

Aroma Asam

Aroma merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan suatu produk. Aroma suatu produk ditimbulkan oleh adanya senyawa volatil pada produk tersebut. Aroma zeagurt terbentuk pada saat proses fermentasi, di mana starter mikroba berperan membentuk senyawa-senyawa seperti asam laktat, asam asetat, asetaldehid, dan diasetil. Zeagurt probiotik menghasilkan aroma asam agak lemah sampai kuat (skor 3.2-3.6). Zeagurt kontrol menghasilkan aroma paling lemah (skor 3.2 = aroma asam agak kuat) dan zeagurt yang diberi starter BB mempunyai aroma asam paling tinggi (skor 3.6 = aroma asam kuat).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba memengaruhi aroma asam zeagurt probiotik secara nyata ($=0.05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mempunyai pengaruh yang berbeda satu dengan lainnya. Menurut Jafarei *et al.* (2011) mikroba bertanggungjawab dalam menghasilkan aroma yogurt, yaitu komponen-komponen minor sebagai hasil proses metabolik mikroba.

Kekentalan

Kekentalan merupakan salah satu faktor penting dalam produk yogurt. Yogurt yang terlalu kental tidak dapat mengalir dan hal ini kurang disukai panelis. Demikian juga yogurt yang terlalu encer, kurang disukai panelis. Kekentalan zeagurt probiotik berkisar antara encer sampai agak kental (skor 1.8 – 2.7).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba tidak memengaruhi kekentalan zeagurt probiotik secara nyata ($=0.05$). Artinya menurut panelis kekentalan ke 5 zeagurt sama. Kekentalan terendah dihasilkan oleh zeagurt yang diberi starter kombinasi BB:LB:ST (skor 1.8=encer) dan tertinggi pada zeagurt standar (skor 2.7=agak kental). Data menunjukkan bahwa zeagurt terkental dihasilkan oleh produk yang

sama antara uji viskositas dengan uji organoleptik, yaitu zeagurt kontrol.

Tingkat asam

Rasa zeagurt dinilai berdasarkan tingkat asamnya. Hasil menunjukkan bahwa tingkat asam zeagurt berkisar antara 2.5-2.9, yaitu tingkat asam agak kuat. Rasa asam terendah dihasilkan zeagurt yang dibuat dengan mikroba kontrol (LB:ST) dan tertinggi pada zeagurt yang dibuat dengan kombinasi mikroba BB:LB:ST. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba tidak memengaruhi tingkat asam zeagurt probiotik secara nyata ($=0.05$). Artinya menurut panelis tingkat asam ke 5 zeagurt sama.

Penerimaan Umum

Penerimaan umum zeagurt perlu diketahui sebagai informasi sejauh mana produk diterima panelis. Dengan demikian jika ada kelemahan, maka dapat segera dilakukan perbaikan. Penerimaan panelis terhadap ke 5 zeagurt berkisar antara skor 2.7 – 3.1 yang berarti agak suka. Skor terendah dihasilkan zeagurt yang ditambah BB dan tertinggi zeagurt ditambah LA:LB:ST.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis mikroba memengaruhi penerimaan umum zeagurt probiotik secara nyata ($=0.05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mempunyai pengaruh yang berbeda satu dengan lainnya, kecuali perlakuan kontrol sama dengan perlakuan LA:LB:ST. Hal ini sejalan dengan tingkat keasaman dan aroma asam. Artinya panelis lebih menyukai zeagurt yang berwarna kuning (skor 3.7), aroma asam agak kuat (skor 3.4), dengan kekentalan agak encer (skor 2.4), dan tingkat asam agak kuat (skor 2.8).

Urutan kesukaan (uji rangking)

Hasil uji rangking menunjukkan bahwa zeagurt yang dibuat dengan kombinasi starter LA:LB:ST menempati urutan pertama. Hal ini sejalan dengan hasil uji

penerimaan umum. Kriteria zeagurt berdasarkan urutan pertama pilihan panelis adalah berwarna kuning (skor 3.7), aroma asam agak kuat (skor 3.4), dengan kekentalan agak encer (skor 2.4), dan tingkat asam agak kuat (skor 2.8).

Mutu Mikrobiologik

Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Total BAL yang ada pada ke lima zeagurt dapat dilihat pada Tabel 5. Dari tabel dapat diketahui bahwa seluruh zeagurt mengandung total BAL antara 2.05×10^9 sampai 3.1×10^9 koloni/ml. Zeagurt yang menggunakan BAL LB:ST dan LA mengandung total BAL tertinggi (3.10×10^9) dan kombinasi BB:LB:ST mengandung BAL terendah (2.05×10^9). Berdasarkan jumlah BAL yang terdapat pada zeagurt, produk ini masih dalam kisaran yogurt bermutu baik karena mengandung jumlah bakteri asam laktat lebih dari 10^6 koloni/ml (Yerlikaya, 2014.).

Tabel 5. Total BAL (kol/ml) zeagurt probiotik

Parameter Mutu	Jenis Starter				
	LB:ST	LA	BB	LA:LB:ST	BB:LB:ST
Total BAL	3.10×10^9	3.10×10^9	2.10×10^9	2.80×10^9	2.05×10^9

Zeagurt yang mengandung mikroba Bifidobacteria mengandung total BAL terendah dibandingkan lainnya karena mikroba ini bukan termasuk golongan bakteri asam laktat sehingga total BALnya tidak setinggi yang lain. Tingginya total BAL pada zeagurt akan memberikan manfaat yang baik bagi saluran pencernaan manusia karena (1) mikroba ini akan menghasilkan asam laktat yang akan menurunkan pH; (2) suasana asam akan mempertahankan mikroba yang baik bagi pencernaan; dan (3) mikroba patogen tidak dapat hidup dalam suasa asam yang tinggi sehingga akan meningkatkan status kesehatannya (Yerlikaya, 2014). Total BAL pada zeagurt yang mengandung Bifidobacteria

memang lebih rendah, tetapi mikroba ini mempunyai kelebihan lain, yaitu sebagai antimikroba (Yilmaz-Ersan dan Kurdal 2014).

Uji Antimikroba Patogen

Uji aktivitas antimikroba patogen dilakukan secara in vitro dengan menggunakan sejumlah bakteri patogen. Bakteri yang digunakan adalah *Salmonella* dan *E. coli*. Kedua bakteri ini sangat lazim ditemukan pada mikroflora usus. Jumlah *Salmonella* dan *E. coli* yang ditumbuhkan pada zeagurt dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Jumlah bakteri *Salmonella* (kol/ml) pada zeagurt probiotik selama penyimpanan (jam)

Jenis Starter	Waktu Kontak				
	0 jam	24 jam	48 jam	0 jam	24 jam
	Segar	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}
LB:ST	2.0×10^7	0	0	0	0
LA	2.0×10^7	0	0	0	0
BB	2.0×10^7	1.5	0	0	0
LA:LB:ST	2.0×10^7	0	0	0	0
BB:LB:ST	2.0×10^7	0	0	0	0

Tabel 7. Jumlah bakteri *E. coli* (kol/ml) pada zeagurt probiotik selama penyimpanan (jam)

Jenis Starter	Waktu Kontak				
	0 jam	24 jam	48 jam	0 jam	24 jam
	Segar	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}
LB:ST	3.95×10^7	0	0	0	0
LA	3.95×10^7	0	0	0	0
BB	3.95×10^7	178	13	0	0
LA:LB:ST	3.95×10^7	0	0	0	0
BB:LB:ST	3.95×10^7	0	0	0	0

Dari Tabel 6 terlihat bahwa jumlah *Salmonella* pada zeagurt segar (belum difermentasi) sama untuk semua perlakuan, yaitu 2.0×10^7 kol/ml. Setelah difermentasi selama 48 jam terlihat bahwa jumlah *Salmonella* menurun sangat tajam,

ditandai dengan tidak tumbuhnya bakteri tersebut pada zeagurt setelah disimpan selama 24 dan 48 jam.

Demikian juga bakteri *E. coli* (Tabel 7), pada kondisi 0 jam jumlahnya 3.95×10^7 kol/ml sama untuk semua perlakuan. Setelah diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam, jumlahnya menurun dengan tajam. Pada zeagurt yang ditambah Bifidobacteria, *E. coli* masih dapat tumbuh pada 24 jam pertama, tetapi tidak tumbuh setelah 48 jam. Dari data ini terlihat bahwa *E. coli* lebih kuat dibandingkan *Salmonella*. Selain itu tampaknya aktivitas antibakteri Bifidobacteria lebih lambat dibandingkan mikroba lainnya, sehingga baik *Salmonella* maupun *E. coli* masih dapat tumbuh pada penyimpanan 24 jam.

Menurunnya jumlah *Salmonella* dan *E. coli* diduga berkaitan dengan adanya asam dalam zeagurt yang dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi. Selain itu, menurut Ku *et al.* (2016) Bifidobacteria memproduksi antimikroba peptida (bakteriosin) dan dapat menurunkan koloni mikroba patogen melalui jalur kompetisi. *L. acidophilus* menghasilkan antara lain peptidoglikan, lapisan S dan eksopolisakarida yang berperan sebagai sistem kekebalan tubuh (Jafarei dan Ebrahimi, 2011) selain bakteriosin yang berperan sebagai antimikroba (Adriani *et al.* 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Sari jagung dapat digunakan sebagai bahan baku yogurt (zeagurt) yang baik dengan perbandingan butiran jagung : air = 1:4 b/v, dengan jumlah starter 3% v/v.
2. Jenis starter memengaruhi viskositas, pH, total padatan terlarut, total asam tertitrasi, warna, aroma, dan penerimaan umum secara nyata ($\alpha = 0.05$) dan tidak memengaruhi kekentalan serta tingkat asam zeagurt probiotik

3. Zeagurt yang paling disukai panelis adalah zeagurt yang menggunakan starter LA:LB:ST. Hal ini sejalan dengan hasil uji penerimaan umum. Kriteria zeagurt ini adalah viskositas 306 cP, pH 3.72, TPT 6°brix, total asam tertitrasi 0.85%, berwarna kuning (skor 3.7), aroma asam agak kuat (skor 3.4), dengan kekentalan agak encer (skor 2.4), dan tingkat asam agak kuat (skor 2.8).
4. Jumlah bakteri asam laktat (BAL) zeagurt probiotik berkisar antara 2.05×10^9 sampai 3.1×10^9 koloni/ml. Zeagurt yang menggunakan BAL LB:ST:LA mengandung total BAL tertinggi (3.10×10^9) dan kombinasi BB:LB:ST mengandung BAL terendah (2.05×10^9) kol/ml. Secara umum, zeagurt yang dihasilkan mempunyai aktivitas antimikroba pada *Salmonella* dan *E. coli*, ditandai dengan tidak tumbuhnya ke dua mikroba setelah disimpan selama 24 dan 48 jam.

Saran

Disarankan untuk melanjutkan penelitian ini, yaitu (1) mempelajari jenis kemasan yang cocok; (2) mempelajari umur simpannya; dan (3) mempelajari pengaruhnya secara *in vivo* terutama aktivitas antimikrobanya.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2006. *Official Methods of Analysis*. The Association of Analytical Chemist Inc.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Tanaman Pangan: Luas panen, produktivitas dan produksi jagung.
- Fardiaz, S. 1989. *Penuntun Praktek Mikrobiologi Pangan*. PT. Penerbit IPB (IPB Press).
- Fardiaz, S. 2003. *Mikrobiologi Pangan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ismawati, N., Nurwantoro, Y.B. Pramono. 2016. Nilai pH, Total Padatan Terlarut, dan Sifat Sensoris Yoghurt dengan Penambahan Ekstrak Bit (Beta

- vulgaris L.). Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 5 (3). ©Indonesian Food Technologists
<http://dx.doi.org/10.17728/jatp.181>.
- Jafarei, P dan M.T. Ebrahimi. 2011. Lactobacillus acidophilus cell structure and application. African Journal of Microbiology Research Vol. 5(24), pp. 4033-4042. DOI: 10.5897/AJMR11.630. ISSN 1996-0808
- Kusuma, M.H. 2007. Pembuatan yogurt ubi jalar menggunakan kultur campuran bakteri asam laktat. Skripsi Fateta IPB.
- Meilgaard, M., G.V. Civille, and B.T. Carr. 2015. *Sensory evaluation techniques. 5th ed.* CRC Press.
- Petry S, Furlan S, Crepeau MJ, Cerning J, Desmazeaud M. 2000. Factors affecting exocellular polysaccharide production by Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus grown in a chemically defined medium. Appl Environ Microbiol 66: 3427–3431.
- Ray, R.C. dan D. Montet. 2014. Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods. CRC Press.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance: A review. Appetite 2008, 51, 456–467. [CrossRef] [PubMed]
- Suarni dan H. Subagio . 2013. Potensi Pengembangan Jagung dan Sorgum sebagai Sumber Pangan Fungsional. J. Litbang Pert. Vol. 32 No. 2: 47-55
- Syngai, G., Gopi, R., Bharali, R., Dey, S., Lakshmanan, G., Ahmed, G. 2015. Probiotics — The versatile functional food ingredients. J. Food Sci. Technol. 53, 921–933. [CrossRef] [PubMed]
- Tamime A.Y., dan R.K. Robinson. 2007. Yogurt: Science and Technology. 3rd edition. Woodhead Publishing Limited. England.
- Tzanetaki, E. L., dan N. Tzanetakis. 1999. Fermented Milks. Di dalam : Robinson, R. K., C. A. Batt, dan P. D. Patel (ed). 1999. Encyclopedia of Food Microbiology. Academic Press, New York.
- Yerlikaya, O. 2014. Starter cultures used in probiotic dairy product preparation and popular probiotic dairy drinks. Food Sci. Technol, Campinas, 34(2): 221-229. DDOI: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0050>
- Yilmaz-Ersan, L and E. Kurdal. 2014. The Production of Set-Type-Bio-Yoghurt with Commercial Probiotic Culture. International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 5, No. 5. DOI: 10.7763/IJCEA.2014.V5.418

Pengaruh Jenis Nasi Terhadap Nilai Gizi dan Mutu Kimiawi Nasi Dalam Kemasan Selama Penyimpanan Sebagai Alternatif Pangan Darurat

Giyatmi¹⁾, Desy Dwi Anggraini²⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Sahid Jakarta

ABSTRACT. Indonesia is often hit by natural disasters that affect to impaired access and damage to infrastructure so that people evacuate emergencies. Discontinuation of victims' access to facilities and infrastructure resulting condition does not allow for disaster victims get adequate food. Network outages to the disaster site is also one thing that adds to the difficulties of food distribution to the victims. The aim of this research was to determine the effect of storage packaged rice on the nutritional value and chemical parameter (water activity and pH value). The various rice are Nasi Uduk, Nasi Ulam, and Nasi Kuning were packaged in aluminium foil material and sterilized at 121°C for 45 minutes. Products were observed at 0, 2, 4, 6 and 8 week. This research was using Randomized Block Design with three treatments and five groups. There was the effect of various rice on chemical parameter (pH value) of packaged rice during storage, but various rice did not affect water activity of packaged rice during storage. All various rice meets IOM standard as emergency food which fulfill energy needs. Its total energy contribution was almost 500 kcal and it is recommended to consume this product at least 3-4 times per a day to fulfill the daily energy requirement.

Keywords : Rice, emerging food, packaging, Nasi Uduk, Nasi Ulam, Nasi Kuning

ABSTRAK. Indonesia sering kali dilanda bencana alam yang mengakibatkan terputusnya akses dan rusaknya infrastruktur sehingga masyarakat mengungsi keadaan darurat. Terputusnya akses korban terhadap sarana dan prasarana mengakibatkan kondisi tidak memungkinkan bagi para korban bencana mendapatkan pangan yang layak. Terputusnya jaringan ke lokasi bencana juga menjadi salah satu hal yang menambah kesulitan distribusi pangan terhadap korban bencana. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penyimpanan nasi kemasan terhadap nilai gizi dan parameter kimia (aktivitas air dan nilai pH). Nasi Uduk, Nasi Ulam, dan Nasi Kuning dikemas dalam bahan aluminium foil dan disterilkan pada 121°C selama 45 menit. Produk yang diamati pada 0, 2, 4, 6 dan 8 minggu. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga perlakuan dan lima kelompok. Terdapat pengaruh jenis nasi terhadap pH nasi kemasan selama penyimpanan, namun tidak berpengaruh terhadap aktivitas air selama penyimpanan. Semua berbagai jasi memenuhi standar IOM sebagai makanan darurat yang memenuhi kebutuhan energi. Kontribusi energi total hampir 500 kkal dan dianjurkan untuk mengkonsumsi produk ini setidaknya 3-4 kali per hari untuk memenuhi kebutuhan energi harian.

Kata Kunci : pangan darurat, pengemasan, Nasi Uduk, Nasi Ulam, Nasi Kuning

PENDAHULUAN

Indonesia sering kali dilanda bencana alam yang mengakibatkan terputusnya akses dan rusaknya infrastruktur sehingga masyarakat mengungsi keadaan darurat. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2015) menyebutkan bahwa jumlah kejadian bencana di Indonesia dari tahun 2013 sampai 2015 adalah sebanyak 5060 kejadian. Terputusnya akses korban terhadap sarana dan prasarana mengakibatkan kondisi tidak memungkinkan bagi para korban bencana mendapatkan pangan yang layak. Terputusnya jaringan ke lokasi bencana juga menjadi salah satu hal yang menambah kesulitan distribusi pangan terhadap korban bencana.

Salah satu upaya dalam menghadapi kesulitan dalam bencana adalah dengan adanya pangan darurat. Menurut Institute of Medicine (IOM) (2003) pangan darurat merupakan bentuk pangan yang dikonsumsi saat terjadi bencana, seperti kebakaran, banjir, kekeringan, wabah penyakit, maupun bencana akibat kesalahan manusia.

Pemberian pangan darurat bertujuan untuk mencegah timbulnya penyakit bahkan kematian akibat kelaparan di saat bencana. Menurut Zoumas (2002), pangan darurat yang potensial dan praktis untuk dikembangkan adalah makanan dengan nutrisi tinggi yang sesuai dengan asupan harian selama 15 hari terhitung dari mulai terjadi bencana. Adapun kebutuhan energi dalam keadaan darurat adalah sebesar 2100 kkal per hari (IOM, 2002). Pangan darurat yang banyak digunakan saat ini adalah nasi bungkus yang tidak dapat bertahan untuk dikonsumsi lebih lama atau mi instan yang memerlukan proses lebih lanjut. Dalam kondisi pasca bencana sangat sulit mendapatkan air bersih, sumber api dan peralatan untuk memasak. Oleh karena itu diperlukan pangan yang praktis tetapi memiliki sifat pangan yang dapat dikonsumsi sehari – hari.

Sesuai dengan budaya dan kebiasaan orang Indonesia yang selalu mengkonsumsi nasi untuk pemenuhan kebutuhan dan mengenyangkan, masih terdapat stigma "belum kenyang kalau belum makan nasi" menandakan betapa masyarakat Indonesia memiliki budaya makan nasi yang kuat (Haryadi, 2006). Terdapat banyak olahan nasi yang cukup dikenal di masyarakat Indonesia, seperti nasi uduk, nasi ulam dan nasi kuning. Jenis – jenis nasi ini memiliki cita rasa yang lebih gurih dari nasi putih biasa karena menggunakan bumbu – bumbu pada saat proses pengolahannya. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai pangan berbasis nasi dalam kemasan aluminium foil. Kemasan aluminium foil merupakan kemasan yang mudah didapatkan, lebih ringan dan lebih ekonomis dibandingkan kaleng.

Masalah penelitian dibatasi pada jenis nasi selama penyimpanan. Secara keseluruhan dibuat tiga jenis produk nasi dalam kemasan dari nasi uduk, nasi kuning dan nasi ulam. Lama penyimpanan sebagai berikut, pada minggu ke-0, 2, 4, 6 dan 8. Mutu produk ditentukan dengan menggunakan parameter uji kimia. Uji kimia yang dilakukan adalah pengukuran aktivitas air dan nilai pH. Pengujian terhadap parameter penunjang juga dilakukan dari produk nasi dalam kemasan. Parameter yang dipilih adalah parameter kimia dengan uji proksimat (kadar air, kadar abu, lemak, protein, dan karbohidrat), pengujian ini dilakukan pada saat awal penyimpanan minggu ke-0 dan dilakukan pengujian kembali setelah produk terindikasi mengalami kerusakan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang adalah neraca analitik, spatula, piala gelas, pengaduk kaca, *stopwatch*, *hot plate*, pisau, talenan, baskom, panci, dan *heat sealer*. Alat- alat yang digunakan dalam analisis laboratorium terdiri dari alat *autoclave* dan bunsen. Bahan yang

digunakan dalam pembuatan nasi dalam kemasan adalah beras, santaim, kunyit, minyak, bawang putih, daun salam, sereh, jeruk nipis, daging, bawang merah, bawang putih, cabai, ikan teri, kacang tanah, garam dan gula.

Proses Pembuatan

Nasi dalam kemasan yang baik akan membentuk tekstur nasi yang sesuai (tidak terlalu keras maupun lunak). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan nasi untuk mendapat tekstur seperti yang diharapkan. Tahapan pembuatan nasi dapat dilihat sebelumnya pada Gambar 1. Pengolahan dimulai dengan menimbang bahan baku sesuai takaran formulasi yang telah dihitung. Kemudian dilakukan pencucian dengan air bersih untuk beras dan bahan-bahan lainnya. Air dan bahan-bahan selain beras dimasak terlebih dahulu hingga mendidih. Setelah mendidih beras yang sudah dicuci dimasukkan ke dalamnya untuk menjadi nasi aron dengan menggunakan api kecil yang tidak terlalu panas. Api yang terlalu panas dapat menyebabkan penyerapan air pada beras tidak merata dan akibatnya dapat terbentuk kerak gosong yang dapat merusak cita rasa produk. Kemudian nasi aron tersebut dikukus hingga menjadi nasi matang.

Selama proses pemasakan tersebut, terjadi pengembangan granula pati. Adanya kandungan makromolekul selain pati, seperti lemak atau protein juga dapat memengaruhi proses pengembangan granula. Menurut Rooney dan Lucas (2001), lemak akan berinteraksi dengan granula pati dan mencegah terjadinya hidrasi sehingga menurunkan viskositas pati. Komponen makromolekul lain juga dapat menahan atau menghalangi pengembangan granula yang akhirnya berpengaruh terhadap pembentukan tekstur nasi. Oleh karena itu, penambahan minyak (sumber lemak) pada pemasakan nasi ulam dilakukan setelah pengaronan selesai agar lemak tidak mengganggu proses gelatinisasi beras.

Pemasakan lauk sebagai bahan penunjang yaitu lauk sambal teri kacang dan daging dendeng. Proses pemasakan sambal teri dilakukan dengan menimbang bahan-bahannya kemudian dilakukan penggorengan kacang tanah hingga matang. Selain itu pemasakan bumbu-bumbu seperti cabai, bawang putih, garam, gula dan ikan teri ditumis dengan minyak hingga matang. Kemudian dimatikan kompor. Setelah itu dimasukkan kacang yang telah digoreng ke dalamnya hingga merata.

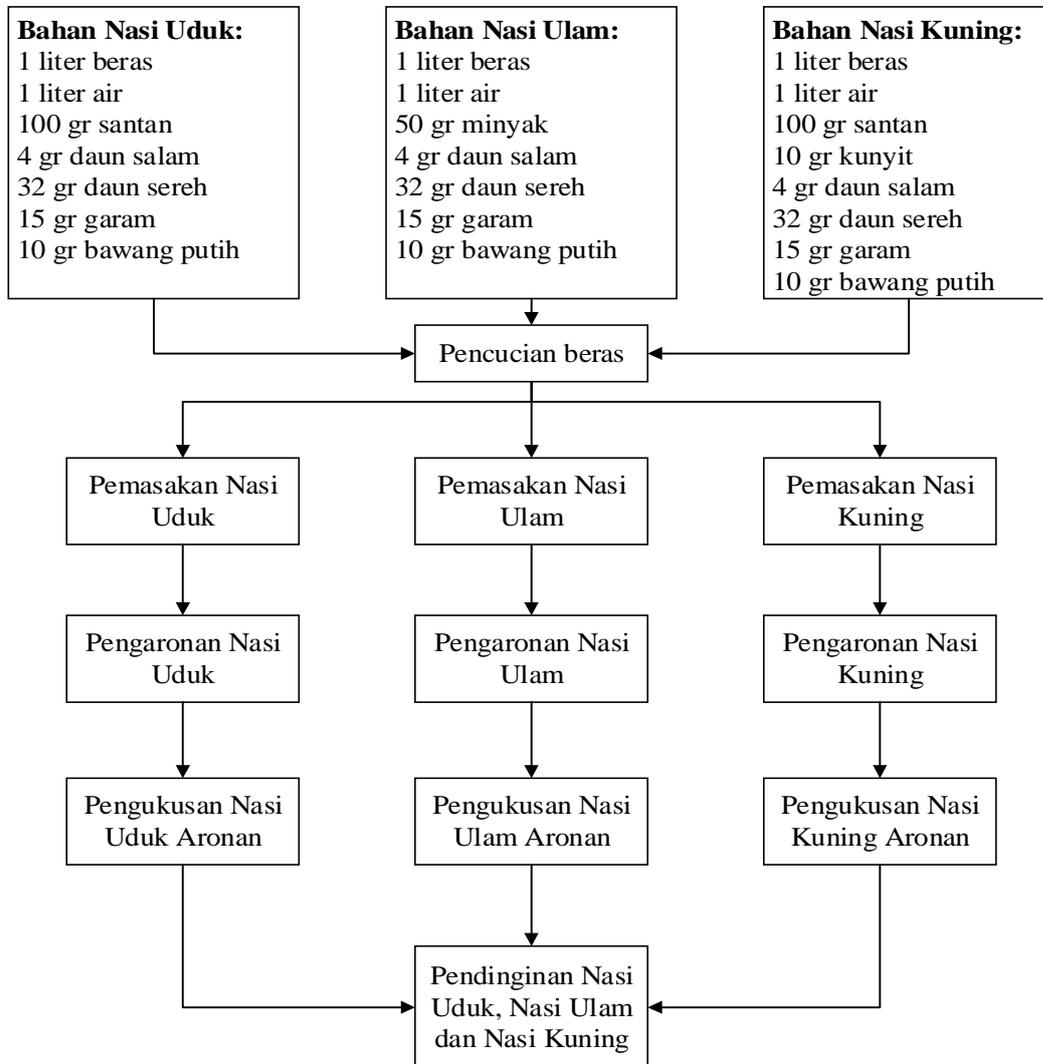
Selain Sambal teri kacang, digunakan juga lauk daging dendeng sebagai bahan penunjang lainnya. Daging dicuci terlebih dahulu kemudian dimasak menggunakan bumbu-bumbu seperti gula, garam, jahe, lengkuas, bawang merah dan bawang putih serta air. Pemasakan ini dilakukan hingga air menjadi habis terserap oleh daging. Kemudian setelah itu dilakukan pemotongan menjadi bagian-bagian tipis daging. Daging-daging tipis tersebut kemudian digoreng hingga matang.

Setelah proses pemasakan dilakukan proses pengemasan nasi ke dalam wadah aluminium foil dan lauk dikemas dalam kemasan kantong aluminium. Pengemasan nasi dan lauk dilakukan dengan kemasan berbeda dikarenakan akan nasi tidak mudah menjadi basi dikarenakan tercampur dengan lauk. Nasi yang telah dikemas dalam wadah aluminium dan lauk dalam kantong aluminium ini kemudian dikemas lagi ke dalam kantong aluminium. Tahapan selanjutnya adalah sterilisasi nasi dalam kemasan dengan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 45 menit.

Sterilisasi ini merupakan proses pemanasan sampai mencapai suhu di atas titik didih untuk mematikan semua mikroorganisme beserta spora-sporanya. Pada umumnya diperlukan pemanasan selama 15 menit pada suhu 121°C atau ekuivalennya. Mengingat bahwa perambatan panas melalui bahan kemasan makanan seperti kaleng, gelas dan bahan pangan memakan waktu dalam

prakteknya pemanasan dilakukan dalam autoklaf akan memakan waktu lebih lama dari 15 menit, pada nasi dalam kemasan

ini menggunakan waktu 45 menit untuk proses sterilisasi (Effendi, 2009).



Gambar 2. Tahapan pembuatan nasi uduk, nasi ulam dan nasi kuning



Gambar 1. Wadah dan kantong aluminium

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data utama yang meliputi pH, Aw, Data penunjang berupa mutu kimia berupa kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar lemak dan kadar protein. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang yaitu sekitar 30°C selama 0 – 8 minggu.

Aktivitas air dari sampel diukur dengan menggunakan a_w meter yang telah dikalibrasi dengan garam NaCl dengan nilai kelembabannya (RH) adalah 75%. Nilai pH diukur dengan pH-meter yang telah dikalibrasi dengan Larutan buffer pH 7 dan pH 4. Analisis proksimat dilakukan untuk mengukur Kadar Air (AOAC, 2005); Kadar Abu (AOAC, 2005); Kadar Protein (AOAC, 2005); Kadar Lemak (AOAC, 2005); dan Kadar Karbohidrat (by difference).

Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis data secara deskriptif dilakukan untuk mengetahui kecenderungan pengaruh faktor penelitian terhadap mutu nasi dalam kemasan dengan jenis nasi dan lama penyimpanan berbeda. Pengolahan data dalam bentuk nilai rata-rata disajikan dalam bentuk diagram.

Analisis data secara inferensial dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian. Teknik analisis yang digunakan adalah metode analisis varian (ANOVA) dengan 3 taraf perlakuan yaitu jenis nasi dan 5 blok kelompok yaitu lama penyimpanan. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for*

Social Science (SPSS). ANOVA digunakan untuk melihat pengaruh dari setiap faktor penelitian bila ada pengaruh dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Uji DMRT dilakukan untuk melihat taraf utama yang menghasilkan perbedaan mutu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Nasi Dalam Kemasan

Tahap formulasi bertujuan untuk merancang produk nasi dalam kemasan yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh *Institute of Medicine* (2002), yaitu produk harus memiliki sebaran kontribusi energi dari makromolekul karbohidrat sebesar 40-50%, protein 10-15% dan lemak 35-45%. Target formulasi produk adalah nilai kalori yang cukup yaitu 500 – 700 kkal/hari untuk memenuhi kecukupan 2100 kkal/hari, dengan asumsi setiap orang akan mengonsumsi produk sebanyak tiga kali dalam sehari. Dalam hal ini, kontribusi zat gizi mikro dan mineral tidak wajib diperhitungkan karena komponen mikro tidak menyumbang secara signifikan terhadap kalori produk (Muchtadi, 2002).

Bahan baku yang digunakan sebagai bahan utama adalah beras sebagai sumber karbohidrat serta lauk penunjang yaitu daging dendeng dan sambal teri kacang sebagai sumber protein dan lemak. Tahap formulasi diawali dengan mengetahui komposisi gizi bahan baku yang digunakan untuk dapat menghitung komposisi gizi dan kontribusi kalori seimbang dari masing – masing formulasi secara teoritis (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi bahan baku

Bahan Baku	Komposisi (gram)				Kalori (Kkal)
	Berat	KH	Protein	Lemak	
Beras	50	40	3.75	-	175
Daging Sapi	50	-	10	6	95
Ikan Teri	25	-	10	6	95
Kacang Tanah	20	8	6	3	80

Kupas					
Minyak Goreng	5	-	-	5	45
Santan	50	-	-	5	45
Kunyit	100	14	13	58	325
Gula	8	-	7.5	-	30

Sumber : Almatsier (2010)

Komponen karbohidrat diharapkan menjadi komponen utama pada pangan darurat, karena energi dari karbohidrat bersifat siap pakai dan cepat diurai oleh metabolisme tubuh (Muchtadi, 2002). Hal ini penting bagi masyarakat yang berada pada kondisi darurat yang asupan energi cepat sangat dibutuhkan. Selain karbohidrat, produk pangan darurat juga membutuhkan kandungan lemak yang cukup. Hal ini disebabkan oleh lemak yang memiliki kontribusi sangat besar terhadap pemenuhan energi. Kontribusi 1 gram lemak setara dengan 9.2-9.3 kkal atau 2 kali lipat lebih besar daripada karbohidrat (Astawan 2004).

Data komposisi bahan baku ini penting untuk melakukan perhitungan komposisi bahan baku agar dapat memenuhi persyaratan IOM. Tahapan perhitungan komposisi bahan baku dilakukan menggunakan prinsip kesetimbangan massa (*mass balance*), yaitu setiap material yang masuk (*input*) harus memiliki jumlah yang sama dengan akumulasi yang terjadi selama proses dan hasil luaran (*output*) yang dihasilkan (Hariyadi 2006). Adapun komposisi bahan penyusun nasi dalam kemasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi (gram) bahan penyusun nasi dalam kemasan

Bahan	Nasi Uduk	Nasi Ulam	Nasi Kuning
a) Nasi			
Beras	100	100	100
Santan	12.5	0	12.5
Minyak	0	6.25	0
Kunyit	0	0	1.25
Sereh	4	4	4
Salam	0.5	0.5	0.5
Garam	2	2	2
Bawang Putih	1.25	1.25	1.25
Jeruk nipis	1	1	1
Air	125	125	125
b) Lauk Sambal Teri Kacang			
Ikan Teri	2.5	2	2.5
Kacang Tanah	10	8	10
Minyak	4.5	3.6	4.5
Gula	0.25	0.2	0.25
Bawang merah	0.8	0.64	0.8
Bawang putih	0.8	0.64	0.8

Bahan	Nasi Uduk	Nasi Ulam	Nasi Kuning
c) Lauk Daging Dendeng			
Daging sapi	40.5	30.4	40.5
Gula	1.2	0.9	1.2
Minyak	9.5	7.2	9.5
Jahe	1.9	1.4	1.9
Lengkuas	2.4	1.8	2.4
Bawang merah	3.8	2.9	3.8
Bawang putih	3.8	2.9	3.8
Garam	0.6	0.45	0.6
Total Kalori (kkal)	667.35	641.16	671.41

Keterangan : Perhitungan bahan baku dilakukan dalam satuan gram

Hasil perhitungan secara teori menunjukkan bahwa sebaran energi pada produk sudah memenuhi kriteria menurut Institue of Medecine. Nilai kalori adalah berkisar 600 kkal untuk setiap produk

dengan takaran saji 235 gram untuk nasi uduk dan nasi kuning. Takaran saji untuk nasi ulam adalah 227 gram. Porsi takaran untuk setiap kemasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Porsi nasi dalam kemasan

Jenis Nasi	Takaran Tiap Kemasan (gr)		
	Nasi	Sambal Teri Kacang	Daging Dendeng
Nasi Uduk	200	15	20
Nasi Kuning	200	15	20
Nasi Ulam	200	12	15

Ditinjau dari segi gizi dan kontribusi energi, ketiga formula yang disusun sudah memenuhi kriteria IOM (2002)

berdasarkan kontribusi energi makro yang sudah dihitung dengan persentase sebaran energi pada Tabel 4.

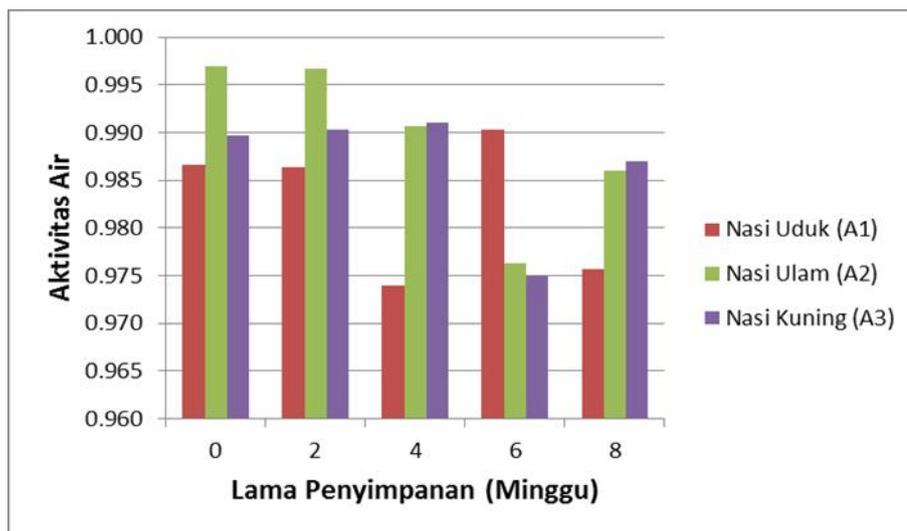
Tabel 4. Perhitungan sebaran energi secara teoritis

Sebaran Energi dari	Nasi Uduk	Nasi Ulam	Nasi Kuning	Standar IOM
Karbohidrat	49.72	49.35	49.52	40-50
Protein	13.02	13.46	13.04	10 - 15
Lemak	37.37	37.31	38.12	35 - 45

Aktivitas air

Aktivitas air adalah air bebas yang terkandung dalam bahan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Aktivitas air sangat menentukan pertumbuhan berbagai

mikroorganisme yang terdapat pada bahan pangan (Estiasih, 2009). Pengukuran aktivitas air dilakukan dengan menggunakan a_w meter. Hasil pengukuran aktivitas air nasi dalam kemasan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik aktivitas air nasi dalam kemasan

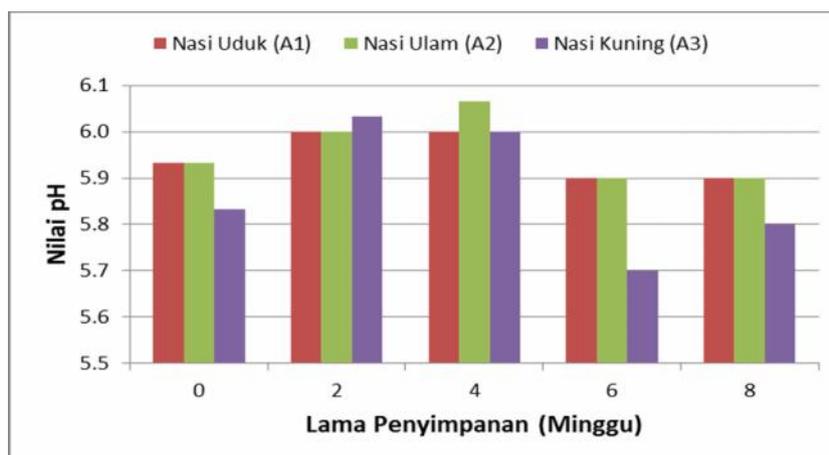
Diketahui bahwa aktivitas air nasi dalam kemasan yang dihasilkan berkisar pada 0.970-0.997. Aktivitas air pada nasi dalam kemasan cenderung menurun dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Gambar 3 menunjukkan bahwa pada 0 minggu sampai 4 minggu aktivitas air tertinggi adalah nasi ulam dan yang terendah adalah nasi uduk. Pada 6 minggu aktivitas air tertinggi adalah nasi uduk dan terendah adalah nasi kuning. Pada 8 minggu aktivitas tertinggi adalah nasi kuning dan terendah adalah nasi uduk. Aktivitas nasi uduk untuk setiap lama penyimpanan selalu berbeda – beda. Aktivitas nasi ulam untuk setiap lama penyimpanan selalu menurun dari 0 minggu sampai 6 minggu dan naik kembali pada 8 minggu. Aktivitas air nasi kuning pada 0 minggu sampai 4 minggu relatif stabil, kemudian menurun pada 6 minggu dan naik kembali pada 8 minggu.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengukuran aktivitas air nasi dalam kemasan menunjukkan bahwa tingkat signifikansi jenis nasi sebesar 0.36. Nilai signifikansi tersebut lebih besar (>) 0.05 yang berarti H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa ada tidak pengaruh atau perbedaan yang nyata dari jenis nasi

terhadap aktivitas air nasi dalam kemasan selama penyimpanan.

Nilai pH

Salah satu faktor pada pangan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah nilai pH, yaitu suatu nilai yang menunjukkan keasaman atau kebasaan. Dengan menggunakan pH-meter, nilai pH suatu bahan dapat diukur, umumnya berkisar antara 0 sampai 14. Nilai pH 7 menunjukkan bahan yang netral, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan bahan bersifat lebih asam, sedangkan nilai pH lebih dari 7 menunjukkan bahan lebih bersifat basa. Kebanyakan mikroba tumbuh baik pada pH sekitar netral, dan pH 4,6 – 7,0 merupakan kondisi optimum untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan kapang dan jamur dapat tumbuh pada pH yang lebih rendah. Pengelompokan pangan berdasarkan nilai pH-nya adalah pangan berasam rendah yang memiliki nilai pH 4.6 atau lebih dan pangan asam yang memiliki pH 3.7 – 4 (Kusnandar, 2010). Nasi dalam kemasan ini termasuk dalam kategori pangan berasam rendah. Pengukuran pH untuk setiap waktu penyimpanan nasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran nilai pH nasi dalam kemasan

Diketahui bahwa pH dalam kemasan yang dihasilkan berkisar pada 5.5-6.5. Hal ini berarti nasi dalam kemasan termasuk golongan pangan berasam sedang (mendekati netral). Gambar 4 menunjukkan nilai pH pada 0 minggu cenderung meningkat untuk semua jenis nasi sampai 4 minggu, selanjutnya menurun dari 6 minggu sampai 8 minggu.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengukuran nilai pH nasi dalam kemasan menunjukkan bahwa tingkat signifikansi jenis nasi sebesar 0.03 lebih kecil ($<$) 0.05 yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa ada pengaruh atau perbedaan yang nyata dari jenis nasi terhadap nilai pH nasi dalam kemasan selama penyimpanan. Hasil uji beda rata – rata Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa nasi kuning berbeda nyata dari jenis nasi

lainnya, sedangkan nasi uduk tidak berbeda nyata dengan nasi ulam.

Analisis Proksimat Produk

Analisis proksimat terhadap produk dilakukan untuk memastikan hasil perhitungan sebaran gizi yang telah dilakukan sebelumnya (secara teoritis) dengan sebaran gizi aktual yang terdapat pada produk. Analisis proksimat dilakukan terhadap parameter kandungan karbohidrat, lemak, protein, abu dan air. Hasil analisis proksimat produk dalam kemasan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis proksimat

Analisis Proksimat (%)		Nasi Uduk	Nasi Ulam	Nasi Kuning
Kadar Karbohidrat	Awal	29.32	27.22	26.78
	Akhir	32.13	30.71	28.87
Kadar Protein	Awal	8.59	8.51	7.80
	Akhir	7.26	6.09	6.60
Kadar Lemak	Awal	9.37	9.39	8.60
	Akhir	7.61	7.73	7.31
Kadar Abu	Awal	1.35	1.10	1.32
	Akhir	1.38	1.24	1.51

Kadar Air	Awal	51.37	53.78	55.50
	Akhir	51.63	54.22	55.71

Keterangan: Kadar analisis awal dilakukan pada 0 minggu dan kadar analisis akhir dilakukan pada 8 minggu

Berdasarkan hasil analisis proksimat dapat dilakukan perhitungan persentase sebaran nasi dalam kemasan adalah dengan cara sebagai berikut dan hasil perhitungan energi pada Tabel 6.

$$\% \text{ Sebaran KH} = \frac{\text{Kadar karbohidrat} \times \text{bobot per porsi} \times 4}{\text{total energi}} \times 100\% \quad \dots 1$$

$$\% \text{ Sebaran Protein} = \frac{\text{Kadar protein} \times \text{bobot per porsi} \times 4}{\text{total energi}} \times 100\% \quad \dots 2$$

$$\% \text{ Sebaran Lemak} = \frac{\text{Kadar lemak} \times \text{bobot per porsi} \times 9}{\text{total energi}} \times 100\% \quad \dots 3$$

Tabel 3. Hasil perhitungan jumlah energi setiap porsi nasi dalam kemasan

Energi dari		Nasi Uduk		Nasi Ulam		Nasi Kuning		IOM (%)
		kcal	%	Kkal	%	kcal	%	
KH	Hitung	331.81	49.72	316.41	49.35	332.48	49.52	40-50
	Awal	277.91	50.84	247.15	50.00	251.75	50.80	
	Akhir	300.78	56.86	277.53	56.02	270.17	55.61	
Protein	Hitung	86.89	13.02	86.30	13.46	87.55	13.04	10-15
	Awal	69.47	12.59	56.64	11.20	63.27	12.51	
	Akhir	69.47	12.84	56.64	11.12	63.27	12.70	
Lemak	Hitung	249.39	37.37	239.22	37.31	255.94	38.12	35 - 45
	Awal	198.23	36.57	191.81	38.80	181.83	36.69	
	Akhir	160.91	30.30	163.56	32.86	154.65	31.69	
Total	Hitung	667.35	100.00	641.16	100.00	671.41	100.00	2,100 per hari
	Awal	545.62	100.00	495.60	100.00	496.85	100.00	
	Akhir	531.16	100.00	497.73	100.00	488.08	100.00	

Keterangan: Teori adalah perhitungan secara manual berdasarkan referensi, kadar analisis awal dilakukan pada 0 minggu dan kadar analisis akhir dilakukan pada 8 minggu

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil sebaran energi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil perhitungan teoritis dengan hasil analisis awal dan juga akhir, Perbedaan hasil teori dengan analisis proksimat awal relatif tidak besar (perbedaan kurang dari 5%). Hal ini diduga karena perhitungan teoritis tidak memperhitungkan kemurnian aktual dari bahan baku. Hasil analisis proksimat awal berbeda dengan hasil akhir. Hasil proksimat kadar karbohidrat meningkat sedangkan kadar lemak menurun. Kadar lemak menurun karena terjadi keluarnya minyak dari lauk nasi dalam kemasan sehingga menempel pada kemasan dan berkurang dari lauk. Sedangkan kadar

karbohidrat menurun akibat kurangnya kadar lemak pada nasi dalam kemasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh nyata jenis nasi terhadap mutu kimia (nilai pH) nasi dalam kemasan selama penyimpanan, sedangkan jenis nasi tidak mempengaruhi secara nyata terhadap aktivitas air dalam kemasan selama penyimpanan.
2. Semua jenis nasi memenuhi standar IOM yaitu pangan darurat yang dapat memenuhi kebutuhan kalori.

Saran

Perlu dilakukan pengujian mutu mikrobiologi dan organoleptik untuk melihat tingkat kerusakan mikrobiologis dan penerimaan konsumen selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington D.C. The Association of Official Agricultural Chemists.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2015. *Statistik Kejadian Bencana di Indonesia*. Jakarta. BNPB.
- Effendi, H. M. S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta. Bandung.
- Estiasih, T. dan Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta. PT. Bumi Aksara.
- Haryadi. 2006. *Teknologi Pengolahan Beras*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press
- Institute of Medicine. 2003. *High-Energy, Nutrients-Dense Emergency Relief Food Product*. Washington D.C. National Academy Press.
- Zoumas BL dan Amstrong LE. 2002, *High Energy, Nutrient, Dense Emergency Relief Product*. National Press Academy. Washington.

EVALUASI ASPEK FINANSIAL PENGHEMATAN BAHAN BAKAR BENJIN MENJADI CNG (COMPRESSED NATURAL GAS) UNTUK MOBIL PRIBADI

Ika Kurniaty

Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta 10510

ika.kurniaty@ftumj.ac.id

ABSTRACT, *The number of vehicles that increase have a bad influence on air quality and cause of pollution. Currently, the fuel for automotive still depends on fuel oil, while the exploration of oil reserves in Indonesia is insufficient to supply of domestic demand. The alternative fuels as a substitute for a primary fuel be required such as CNG (Compressed Natural Gas) for vehicles. The aims of this research is to determine the fuels mileage, cost savings and return of investment for private car users that switch into CNG as a secondary fuel. The method that used in this research is study of literature, collect the data such as theory of CNG for vehicles, conversion tools, prices of petrol (RON/Research Octane Number 90, 92) and CNG, petrol and CNG high heating value, the fuel consumption data of private cars, then proceed the data and analyzed it. The results of this research is consuming 1 liter of petrol (RON 90, 92) to a distance of 12 km, if using CNG fuel will cover a distance of 13.5 km. Private cars users that using CNG as an alternative fuel will have IDR 20.688 per day for savings when switch from petrol RON 90, then reached IDR 7 million during a year and obtaine a payback after 4.5 years. If switch from petrol RON 92, will receive the savings to IDR 23,250 per day and IDR 8 million in a year with the return of investment cost after 4 years.*

Keywords : Compressed Natural Gas, Conversion, Private cars, RON 90, 92

ABSTRAK, *Jumlah kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi yang meningkat mempunyai pengaruh buruk terhadap kualitas udara dan penyebab terjadinya pencemaran. Pemakaian bahan bakar yang digunakan kendaraan saat ini masih tergantung dengan bahan bakar minyak, sedangkan cadangan minyak yang di eksplorasi di Indonesia semakin tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan harus mengimport. Bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar primer sangat diperlukan seperti penggunaan bahan bakar gas layaknya CNG (Compressed Natural Gas) untuk kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak tempuh bahan bakar CNG, penghematan biaya, dan pengembalian modal pengguna mobil pribadi yang beralih ke CNG. Metode yang digunakan adalah studi pustaka, pengumpulan data seperti teori tentang CNG, konverter kit, harga bahan bakar (pertalite, pertamax, CNG), jarak tempuh kendaraan berbahan bakar minyak, nilai kalor BBM dan CNG, kemudian menganalisa data-data tersebut. Hasil penelitian ini adalah konsumsi 1 liter bahan bakar minyak (pertalite, pertamax) dapat menempuh jarak 12 km, jika menggunakan bahan bakar CNG 1 lsp (liter setara premium) akan menempuh jarak 13.5 km. Pengguna mobil pribadi yang menggunakan CNG sebagai bahan bakar akan memperoleh biaya penghematan sebesar Rp 20.688 per hari jika beralih dari pertalite, sehingga dalam waktu 1 tahun mencapai Rp 7 juta dan memperoleh pengembalian modal setelah 4.5 tahun. Jika beralih dari bahan bakar pertamax, biaya penghematan sebesar Rp 23.250 per hari, dalam waktu 1 tahun dihasilkan biaya penghematan sebesar Rp 8 juta dengan pengembalian modal hingga 4 tahun.*

Kata kunci : CNG, Konversi, Mobil Pribadi, Pertalite, Pertamax

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi mempunyai pengaruh buruk terhadap kualitas udara dan penyebab terjadinya pencemaran. Polutan hasil pencemaran yang bersumber dari gas buang keluaran knalpot, tangki bensin dan karburator menghasilkan gas beracun yang antara lain adalah karbon monoksida, hidrokarbon dan NOx. Pencemaran tersebut berdampak terhadap pemanasan global, kerusakan lapisan ozon dan pencemaran udara (Yuswono, 1997). Pemakaian bahan bakar yang digunakan kendaraan saat ini masih tergantung dengan bahan bakar minyak, dimana cadangan minyak yang di eksplorasi di Indonesia semakin tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan harus mengimport (Hartanto, 2010). Jika minyak mentah mengalami kenaikan dapat mengakibatkan pasokan bahan bakar minyak yang tidak stabil untuk sampai ke masyarakat (BS & Alam, 2013). Saat ini sangat dibutuhkan bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar konvensional yang sesuai dengan spesifikasi mesin kendaraan yang berbasis minyak bumi seperti CNG (*Compressed Natural Gas*).

CNG (*Compressed Natural Gas*) merupakan gas alam terkompresi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif bersih lainnya seperti bensin (bensin) dan solar untuk kendaraan. Meskipun ada sumber daya yang besar yang tersedia dari gas alam, tetapi belum diterima secara luas sebagai bahan bakar alternatif (Farzaneh-Gord, et al., 2011), maka dari itu peneliti ingin menganalisis

kelayakan dari bahan bakar CNG dari segi keekonomian sebagai bahan bakar sekunder untuk kendaraan bermotor khususnya di Indonesia.

Compressed Natural Gas atau CNG adalah bahan bakar yang berasal dari gas bumi dengan unsur utama gas metana yang dimampatkan, di pertahankan dan disimpan di dalam sebuah bejana tekan yang dirancang khusus. CNG mengandung komponen utama berupa metana (CH₄) dan etana (C₂H₆). CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana yang diekstrak dari gas alam (S.Zaini, et al., 2013). CNG memiliki hidrogen yang lebih tinggi untuk rasio karbon dari pada bahan bakar minyak dan menghasilkan lebih sedikit CO₂ per unit energi (L.Kirk, et al., 2014). CNG memiliki Harga yang lebih murah dari bahan bakar minyak, kadar oktan yang lebih tinggi, emisi gas buang yang lebih bersih yang ditunjukkan pada tabel 1 dan ramah lingkungan jika di dibandingkan dengan bahan bakar minyak. Namun perlu adanya modifikasi pada mesin diesel sebelum bisa menggunakan alternatif bahan bakar gas (BS & Alam, 2013).

Tabel 1. Perbandingan Emisi Buang Bahan Bakar (Jha, et al., 2012)

Bahan Bakar	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)
Bensin	0.256	0.065	0.09
CNG	0.12	0.042	0.07
LPG	0.234	0.039	0.11

Kendaraan berbahan bakar gas membutuhkan rangkaian komponen tambahan yang disebut konverter kit. Konverter kit merupakan rangkaian komponen khusus untuk mengkonversi /mengubah pemakaian bahan bakar minyak ke CNG yang dimasukkan/diinjeksikan ke dalam ruang bahan bakar (Penyusun, 2012). Alat tersebut berfungsi untuk mengubah energi dari bahan bakar minyak ke gas, atau sebaliknya (*dual fuel*). Alat konversi ini dibutuhkan karena kendaraan yang dipasarkan mempunyai desain mesin yang berbahan bakar minyak. Desain tangkipun berbeda karena berat jenis gas

tersebut lebih ringan dari udara sehingga mudah terbang. Untuk mengatasi itu baik tangki maupun pipa-pipa yang menghubungkan ke konverter kit, harus benar-benar baik, tidak boleh ada yang bocor dan mampu menerima tekanan pada 300 Psi (*pound per square inch*) (Indartono, 2012).

METODE

Metode dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai dengan skema pada gambar 1 yang terbagi beberapa tahap sebagai berikut :

1. Studi Literatur/Teori

Penyusunan penelitian ini sangat membutuhkan teori – teori pendukung untuk mengembangkan ide atau gagasan, metodologi pelaksanaan dan parameter yang digunakan untuk menganalisis semua data yang ada dalam penelitian. Beberapa teori tersebut seperti pengertian CNG (*Compressed Natural Gas*), perkembangan CNG sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, konverter kit untuk mobil pribadi

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah menelaah apa saja teori - teori pendukung yang dibutuhkan. Data - data yang dibutuhkan selama penelitian adalah harga bahan bakar bensin jenis pertalite (RON/*Research Octane Number* 90, pertamax (RON 92), harga bahan bakar CNG, jarak tempuh bahan bakar BBM dan CNG untuk mobil pribadi, HHV (*High Heating Value*)/nilai kalor BBM dan CNG

3. Analisis Data

Data – data yang telah lengkap dikumpulkan kemudian dilakukan analisis lebih lanjut. Data - data tersebut dianalisis melalui beberapa perhitungan seperti perhitungan penghematan bahan bakar, biaya konversi, jarak tempuh bahan bakar CNG (km), POT (*Pay Out Time*) / PBP (*Pay Back Periode*)

- Penghematan bahan bakar
Penghematan bahan bakar didapat dari selisih harga konsumsi bahan bakar bensin (pertalite, pertamax) dengan CNG perhari, kemudian diakumulasi dalam 1 tahun
- Jarak tempuh CNG (km)
Untuk menghitung jarak tempuh CNG (km) digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jarak Tempuh BBM (km)} \times \text{HHV CNG } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Kg}}\right)}{\text{HHV BBM } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{Kg}}\right)} \dots 1$$

Keterangan :

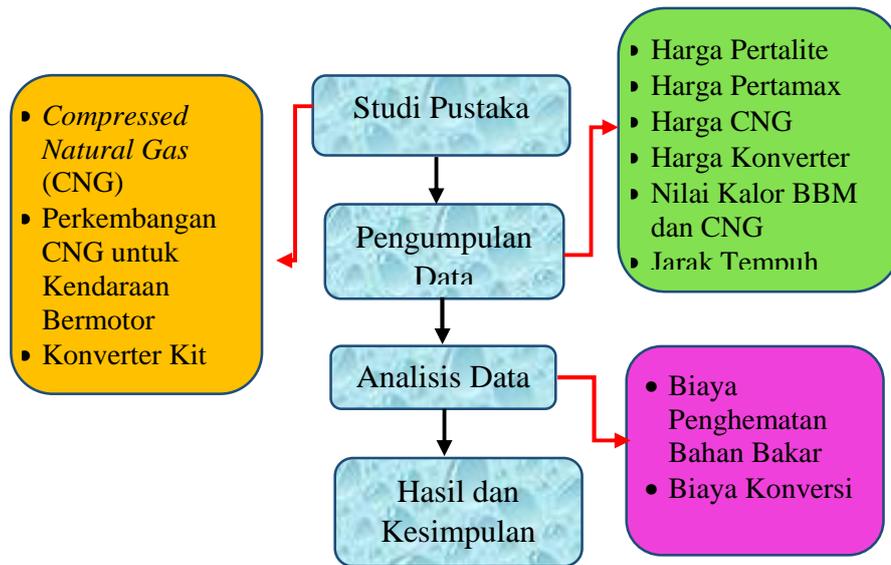
HHV (*High Heating Value*)/nilai kalor bahan bakar

- Depresiasi
Depresiasi suatu alat dapat dihitung dari biaya peralatan yang dikeluarkan kemudian dibagi dengan umur alat yang telah ditetapkan.
- POT (*Pay Out Time*)
Payback periode atau *pay out time* atau disebut juga sebagai periode pengembalian dari suatu proyek adalah waktu yang dibutuhkan agar jumlah penerimaan sama dengan jumlah investasi atau biaya. POT menunjukkan lama modal investasi dapat kembali. Persamaan POT adalah sebagai berikut (Kurniaty, 2013) :

$$\sum_{t=0}^{PBP} X_t = 0 \dots 2$$

4. Hasil Analisis

Hasil analisis didapat setelah semua data – data yang terkumpul diolah menggunakan parameter – parameter dalam studi kelayaan. Hasil tersebut kemudian menghasilkan bahasan – bahasan lebih lanjut tentang evaluasi CNG (*Compressed Natural Gas*) sebagai bahan bakar untuk mobil pribadi dari sisi finansial



Gambar 1. Skema Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini di klasifikasikan untuk bahan bakar yang digunakan dalam kendaraan bermotor jenis mobil pribadi. Hasil penelitian ini di dapat setelah semua data terkumpul kemudian di analisis menggunakan parameter yang ada. Menurut tabel dibawah dibutuhkan asumsi beberapa data yang akan dibutuhkan untuk

perhitungan dalam analisis, seperti biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian konverter beserta pemasangannya, selain itu untuk biaya operasional kendaraan mobil pribadi meliputi biaya tol, parkir kendaraan selama hari kerja maupun berlibur ke suatu tempat, biaya perpanjangan STNK tiap 5 tahun, PKB (Perpanjangan Kendaraan Bermotor), biaya perawatan dan perbaikan mobil minimal 2 kali dalam setahun.

Tabel 2. Data – Data Asumsi

No	Asumsi data yang dibutuhkan	
1	1 tahun	12 bulan 365 hari
2	Biaya konverter dan pemasangan	Rp 15.000.000
3	Umur alat	10 tahun
4	Biaya tol	Rp 18.000/hari
5	Biaya parkir	Rp 4.000/hari
6	Biaya perpanjangan STNK	Rp 250.000/5 tahun
7	Biaya PKB (Pajak Kendaraan Bermotor)	Rp 1.900.000/tahun
8	Biaya perawatan mobil	Rp 1.500.000/6 bulan

Berdasarkan tabel 3, mobil pribadi yang menggunakan 1 liter pertalite dan pertamax diasumsikan mempunyai jarak tempuh 12 km. Untuk mengetahui jarak tempuh mobil pribadi jika beralih ke bahan bakar CNG, terlebih dahulu membutuhkan

data nilai kalor masing – masing bahan bakar. Bahan bakar minyak (pertalite, pertamax) mempunyai nilai kalor 46.536 MJ/Kg sedangkan nilai kalor CNG sebesar 52.225 MJ/Kg (Boundy, et al., 2011). Menurut hasil perhitungan di dapat bahwa 1 lsp (liter setara premium) CNG dapat menempuh jarak hingga 13.5 km. jarak yang ditempuh mobil pribadi jika beralih dari bahan bakar minyak ke CNG mempunyai selisih sebesar 1.5 km/lsp

Tabel 3. Jarak Tempuh dan Nilai Kalor Bahan Bakar

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Jarak Tempuh	
Pertalite	46.536	1 liter	12 km
pertamax	MJ/Kg		
CNG	52.225	1 lsp (liter setara premium)	13.5 km
	MJ/Kg		

Bahan bakar minyak sebanyak 1 liter dapat menempuh 12 km perjalanan, jika dalam sehari rata – rata jarak yang ditempuh sebesar 60 km, maka akan menghabiskan 5 liter BBM (pertalite/pertamax). Data tersebut dapat digunakan untuk menghitung berapa banyak bahan bakar CNG yang digunakan dengan jarak tempuh yang sama perhari yaitu sekitar 60 km. Untuk jarak tempuh 60 km, mobil pribadi berbahan bakar CNG, akan membutuhkan kurang lebih 4.5 ls. Menurut hasil perhitungan dapat diketahui dengan jarak tempuh yang sama,(60km) bahan bakar yang dihabiskan akan lebih hemat dengan selisih 0.5 liter jika menggunakan CNG dan biaya yang dikeluarkan juga lebih efisien. Sekarang ini harga pertalite mencapai Rp 6.900/liter, pertamax Rp 7.450/liter dan CNG sebesar Rp 3.100/lsp. Tabel 4 dibawah menjelaskan bahwa untuk mobil pribadi yang akan beralih ke bahan bakar CNG dari bahan bakar pertalite akan memperoleh penghematan biaya bahan bakar sebesar Rp 20.688 perhari, dalam 1 tahun penghematan tersebut dapat mencapai Rp 7 juta. Sedangkan mobil pribadi yang beralih dari bahan bakar pertamax menuju CNG, penghematannya

akan jauh lebih besar, dalam sehari sebesar Rp 23.438 sehingga akan mencapai Rp 8 juta dalam setahun.

Tabel 4. Perhitungan Biaya Penghematan Bahan Bakar Minyak dan CNG

Bahan bakar	Pertalite	Pertamax	CNG
Jarak tempuh/hari	5 : 60 (5 liter/60 km)		4.46 : 60 (4.46 lsp/60 km)
Harga (Rp)	6.900/liter	7.450/liter	3.100/lsp
Pemakaian bahan bakar/hari (Rp)	34.500	37.250	13.812
Pemakaian bahan bakar/tahun (Rp)	12.592.500	13.596.250	5.041.214
Penghematan Bahan Bakar/hari (Rp)	20.688	23.438	-
Penghematan Bahan Bakar/tahun (Rp)	7.551.286	8.555.036	-

Tabel 5. Perhitungan Biaya Konversi dan Pengembalian Modal

Jenis kendaraan	Mobil Pribadi	
	Pertalite	Pertamax
Biaya Peralatan (Rp)		
Biaya konverter dan pemasangan	15.000.000	
Biaya Operasional (Rp/tahun)		
Biaya bahan bakar CNG	5.041.214	
Biaya perawatan dan perbaikan	3.000.000	
Biaya parker	1.460.000	
Biaya tol	6.570.000	
Biaya pajak kendaraan bermotor	1.900.000	
Biaya perpanjangan STNK	50.000	
Depresiasi	1.500.000	
Total biaya	34.521.214	
Keuntungan	7.551.286	8.555.036
Pengembalian modal (tahun)	4.5	4

Mobil pribadi yang ingin beralih menggunakan bahan bakar CNG membutuhkan peralatan instalasi tambahan yang dapat mengkonversi bahan bakar CNG ke dalam mesin mobil pribadi yang dirancang menggunakan bahan bakar minyak sebelumnya. Biaya konverter beserta pemasangan semua instalasinya diasumsikan sebesar Rp 15 juta. Untuk menghitung biaya konversi dan pengembalian modal membutuhkan biaya operasional kendaraan dan juga depresiasi. Biaya operasional meliputi biaya tol, parkir, biaya perpanjangan STNK, PKB (Perpanjangan Kendaraan Bermotor), biaya perawatan dan perbaikan mobil yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 2 diatas. Biaya – biaya tersebut dihitung dalam perkiraan waktu 1 tahun yaitu 365 hari. Depresiasi didapat dengan membagi biaya yang dikeluarkan untuk konverter dengan umur alat yang telah ditentukan. Untuk keuntungan yang didapat dari biaya konversi pada tabel 4 didapat dari penghematan bahan bakar minyak yang beralih ke CNG dalam waktu 1 tahun. Keuntungan tersebut mempunyai hasil yang berbeda tergantung bahan bakar minyak (pertalite/pertamax) yang digunakan, karena masing – masing BBM tersebut mempunyai harga yang berbeda untuk tiap literanya. Mobil pribadi berbahan bakar pertalite yang beralih menggunakan bahan bakar CNG akan menerima pengembalian modal setelah 4.5 tahun, sedangkan mobil pribadi yang beralih dari bahan bakar pertamax akan menerima setelah 4 tahun. Pengembalian modal tersebut dihitung melalui total semua biaya investasi dibagi dengan keuntungan dari masing – masing bahan bakar.

KESIMPULAN

1. CNG (*Compressed Natural Gas*) merupakan gas alam terkompresi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif bersih lainnya seperti bensin dan solar untuk kendaraan. CNG memiliki Harga yang lebih murah dari bahan bakar minyak, kadar oktan yang lebih tinggi, emisi gas buang yang lebih bersih dan ramah lingkungan di bandingkan dengan bahan bakar minyak.
2. Mobil pribadi yang mengkonsumsi 1 liter bahan bakar minyak dapat menempuh jarak 12 km, jika menggunakan bahan bakar CNG 1 lsp (liter setara premium) akan menempuh jarak 13.5 km.
3. Pengguna mobil pribadi yang menggunakan CNG sebagai bahan bakar akan memperoleh biaya penghematan sebesar Rp 20.688 perhari per unit kendaraan jika beralih dari pertalite, sehingga dalam waktu 1 tahun mencapai Rp 7 juta. Jika beralih dari bahan bakar pertamax, biaya penghematan yang didapat sebesar Rp 23.250 per hari per unit kendaraan, dalam waktu 1 tahun dihasilkan biaya penghematan sebesar Rp 8 juta.
4. Biaya konversi yang harus dikeluarkan untuk peralatan konverter dan biaya yang lain mencapai total Rp 34 juta, untuk pengguna yang beralih dari bbm pertalite akan memperoleh pengembalian modal setelah 4.5 tahun, dan 4 tahun untuk pengguna mobil pribadi yang beralih dari bbm pertamax.

DAFTAR PUSTAKA

- Boundy, B., W.Diegel, S., Wright, L. & C.Davis, S., 2011. Biomass Energy Data Book. 4 ed. Tennessee: U.S Department of Energy.

- BS, A. W. & Alam, R. S., 2013. Pemanfaatan Energi Alternatif Gas Alam Terkompresi Sebagai Bahan Bakar Mesin Penggerak Kapal Nelayan Tradisional. KAPAL, Volume 9, pp. 30-38.
- Farzaneh-Gord, M., Deymi-Dashtebayaz, M. & Rahbari, H. R., 2011. Studying Effect of Storage Types on Performance of CNG Filling Stations. Journal of Natural Gas Science and Engineering, Volume 3, pp. 334-340.
- Hartanto, A., 2010. Kajian Kebijakan Konversi Dari BBM Ke BBG Untuk Kendaraan Di Propinsi Jawa Barat. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI .
- Indartono, 2012. Pemakaian Bahan Bakar Gas Menjadi Alternatif Bagi Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Premium. Gema Teknologi, April-Oktober, Volume 17, pp. 18-21.
- Jha, M., Singh, A., Tyagi, R. & Verma, M., 2012. Comparative Study of Exhaust Emission of Commonly Used Fuel in an Internal Combustion Engine. Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology, Desember, Volume 2, pp. 52-56.
- Kurniaty, I., 2013. Analisis Pemanfaatan LPG dan CNG Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Bermotor di Wilayah Jawa Barat, Depok: Universitas Indonesia.
- L.Kirk, J., L.Bristow, A. & M.Zanni, A., 2014. Exploring The Market for Compressed Natural Gas Light Commercial Vehicles in The United Kingdom. Transportation Research Part D, Volume 29, pp. 22-31.
- Penyusun, T., 2012. Pemberlakuan Persyaratan Teknis Rangkaian Komponen Konverter Kit Untuk Kendaraan Bermotor Secara Wajib. [Online] Available at: http://regulasi.kemenperin.go.id/site/download_peraturan/1264
- S.Zaini, et al., 2013. Analisis Ekonomis Penggunaan PLTG CNG (Compressed Natural Gas) Di Jakabaring Dalam Memenuhi Energi Listrik Waktu Beban Puncak Di Kota Palembang. Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoer), pp. 173-178.
- Yuswono, L. C., 1997. Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Kendaraan Bermotor. Cakrawala Pendidikan, November, pp. 139-149.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terimakasih kepada para *Reviewer* pada Jurnal Konversi Volum 6 Nomer 1 April 2017 ini :

Prof. Dr. Ir. Slamet MT, Universitas Indonesia

Dr.Ir. Tri Yuni Hendrawati M.Si, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Nurul Hidayati Fithriyah ST., M.Sc., Ph.D, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Dr.Ir. Ratri Ariatmi Nugrahani MT, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Dr.Ir. Joelianingsih MT, Institut Teknologi Indonesia

Dr. Rahmawati ST. M.Si, Universitas Sahid

Ir. Herliati MT., Ph.D, Universitas Jayabaya

JURNAL KONVERSI

Kriteria Penulisan

1. Jurnal KONVERSI menerima naskah ilmiah dari ilmuwan/akademisi dan praktisi bidang teknik kimia atau yang terkait. Naskah tersebut dapat berupa hasil penelitian, studi kasus, pembahasan teori, review, resensi buku, serta inovasi baru yang belum pernah dipublikasikan dalam jurnal.
2. Jurnal terbit berkala tiap semester
3. Penulis setuju mengalihkan hak ciptanya kepada Program Studi Teknik Kimia – Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, jika dan pada saat naskah diterima dan diterbitkan.
4. Penulis akan mendapat pemberitahuan apabila naskahnya tidak diterima karena tidak sesuai dengan kaidah-kaidah penulisan ilmiah.
5. Naskah ilmiah hendaknya ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris yang baik dan benar.
6. Naskah diketik pada halaman berukuran A4 dengan batas luar, atas dan bawah 2 cm serta batas dalam 3 cm (mirror margin), tanpa header dan footer, sepanjang 6 – 12 halaman. Naskah diketik satu spasi dengan tambahan satu spasi kosong antar paragraf dalam font Arial ukuran 11 pt dan lengkap memuat:
 - a..Judul (huruf tebal dan kapital);
 - b. Nama lengkap penulis (huruf tebal,tanpa gelar dan singkatan);
 - c. Nama dan alamat institusi tempat penulis menghasilkan naskah;
 - d. Alamat email penulis (bila ada, tanpa garis bawah);
 - e..Abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Indonesia dan Inggris, masing-masing maksimum 200 kata (teks dicetak miring, kata “ABSTRAK” / “ABSTRACT” dicetak tebal dan kapital). Abstrak dalam bahasa sesuai naskah ditulis mendahului abstrak dalam bahasa lainnya; dan
 - f. Isi naskah: pendahuluan, teori, hasil, pembahasan, kesimpulan dan daftar pustaka.Butir a – d dicetak rata tengah, butir e – f dicetak rata kiri-kanan (justified).
7. Naskah dikirim dalam bentuk hard copy dan soft copy (direkam dalam CD) ke alamat: Redaksi Jurnal KONVERSI
Program Studi Teknik Kimia FTUMJ
Jl. Cempaka Putih Tengah 27
Jakarta Pusat 10510
T. 021.4256024, 4244016
F. 021.4256023
e-mail : jurnalkonversi@umj.ac.id



@ 2017

Sekretariat Jurnal Konversi

Jl Cempaka Putih Tengah 27, Gedung B Lantai Dasar, Jakarta Pusat 10510

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Jakarta

e-mail: jurnalkonversi@umj.ac.id

website: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php?journal=konversi>

ISSN 2252-7311



9 772252 731131